நெடுச்சாலை பொறியியல்
- ஆறுமுகம் (அ)

த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண் — 579

நெடுஞ்சாலைப் பொறியியல்

ஆசிரியர்

அ. ஆறுமுகம்,

விரிவுரையாளர், பொதுப் பொறியியல் துறை,

மண்டலப் பொறியியற் கல்லூரி,

திருச்சிராப்பள்ளி.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—June, 1974

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 579

© Tamil Nadu Text Book Society

HIGHWAY ENGINEERING

A. ARUMUGAM

Price Rs. 10-40

Published by the Tamil Nadu Text Book Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

Printed by
Srinivasam Press of Jupiter Enterprises,
1, Smith Lane, Mount Road,
Madras-2.

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்
(தமிழகக் கல்வித்துறை அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பதினான்கு ஆண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்றுவந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.), 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப் படிப்பு வகுப்புகளிலும் அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மன நிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்று வருகிறது. இவ் வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்க்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக் கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்ல வேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் பாடநூல்கள், மொழி பெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இருவகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான 'நெடுஞ்சாலைப் பொறியியல்' என்ற இந்நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் 579 ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார்பில் வெளியான 35 நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை 614 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந்நூல் மைய அரசு கல்வி, சமுக நல அமைச்சகத்தின் மாநில மொழியில் பல்கலைக்கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்தின்கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின் உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெற வேண்டும். அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் நெஞ்சங்கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

நூன்முகம்

அமைதிக் காலத்திலும் போர்க் காலத்திலும் நெடுஞ்சாலைகள் ஆற்றி வரும் பணிகள் எண்ணிலடங்கா. நாட்டின் நாகரிக முதிர்ச்சிக்கு அளவுகோலாக விளங்கும் இவற்றைப்பற்றி அறிய, அரிய பல நூல்கள் ஆங்கிலத்தில் உள்ளன. பண்டைத் தமிழ் நூல்களிலும் நெடுஞ்சாலைபற்றிய பல குறிப்புகள் காணப்படு கின்றன. அவற்றின் வாயிலாக நெடுஞ்சாலை, நீள் நெறி எனக் குறிப்பிடப்பட்டு வந்ததை அறிகிறோம். அறிவியல் அதிவேக மாக வளர்ந்து வரும் இன்றையச் சூழ்நிலையில் நெடுஞ்சாலைப் பொறியியல் பல தொழில்நுட்ப மாற்றங்களைக் கண்டிருக்கிறது. இவைபற்றிய விவரங்கள் தரும் நூல்கள் தமிழில் குறைவே. 'நெடுஞ்சாலைப் பொறியியல்' என்னும் இந் நூல் நெடுஞ் சாலைப் பொறியியலின் இன்றைய நிலையினை விளக்குவதாக அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இந் நூல், பொறியியற் பட்டப்படிப்பு மாணவர்களுக்கு ஏற்றாற்போலவும் அதே சமயம் ஒரு விளக்க நூலாகவும் (Reference Book) எழுதப்பட்டுள்ளது. இந் நூலின் வளர்ச்சிக்கு உதவும் திறனாய்வு வரவேற்கப்படுகிறது.

ஆசிரியர்

பொருளடக்கம்

முதல் பகுதி — பக்கம்

நெடுஞ்சாலை நிர்வாகம், பொருளாதாரம், போக்குவரவு நடமாட்டப் பொறியியல்

1. தோற்றுவாய் ... 1
2. நெடுஞ்சாலைத் திட்டங்களும், நிர்வாகமும் ... 13
3. சாலைப் பொருளாதாரம் — சில அடிப்படைகள் ... 25
4. போக்குவரவு நடமாட்டப் பொறியியல் ... 32

இரண்டாம் பகுதி

நெடுஞ்சாலை அமைப்பிடம், வடிமானம், வடிவ அமைப்பாண்மை

5. நெடுஞ்சாலை அமைப்பிடம் ... 35
6. வடிமானமும் வடிமான அமைப்புகளும் ... 100
7. நெடுஞ்சாலை வடிவ அமைப்பாண்மை ... 129

மூன்றும் பகுதி

மண்ணியல், மண்வகைப்படுத்தல், மண்வேலை

8. மண்ணியல் ... 238
9. மண் வேலை ... 254

நான்காம் பகுதி

சாலை கட்டுமானப் பொருள்களும் அவற்றின் தகுதிக்கான சோதனைகளும்

10. சாலை கட்டுமானப் பொருள்கள் ... 270

ஐந்தாம் பகுதி

தள வகைகள்

11. குறைந்த செலவுச் சாலைகள் ... 313
12. உறுதிப்படுத்தப்பட்ட மண்சாலைகள் ... 331

பக்கம்

13.	மெக்காடம் சாலைகள்	...	357
14.	நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களால் பதனப் படுத்தப்பட்ட மேற்பரப்புள்ள சாலைகள்	...	374
15.	விரிப்புப் படலம், சாலைக் கலவை மற்றும் நிலக் கீலார்ந்த இதர நடுத்தரச் செலவுச் சாலைகள்	...	384
16.	உயர்வகை நிலக்கீலார்ந்த தளங்கள்	...	393
17.	கான்கிரீட் தளங்கள், அடி அடுக்குகள்	...	404
18.	செங்கல் தளங்கள், கட்டியாலான தளங்கள்	...	428

ஆறும் பகுதி

தள அமைப்பாண்மை

19.	தள அமைப்பாண்மை	...	437
20.	சாலைப்புற வசதிகள்	...	457
	படித்தற்குரிய நூல்கள்	...	463
	கலைச்சொற்கள்	...	465

முதல் பகுதி

நெடுஞ்சாலை நிர்வாகம், பொருளாதாரம், போக்குவரவு நடமாட்டப் பொறியியல்

(Highway Administration, Economics and Traffic Engineering)

1. தோற்றுவாய்

1–1. 'விரைவு' என்பது மனிதகுல முன்னேற்றத்தின் அளவுகோலாக இன்றைய உலகில் கருதப்படுகின்றது. குறிப்பாக சந்திரமண்டலத்தில் நடைபயிலும் இவ் விருபதாம் நூற்றுண்டின் பிற்பகுதியில் 'விரைவு' என்பது மனித இன முன்னேற்றத்திற்கு ஆணிவேர் என்று கூடக் கூறலாம். மாட்டு வண்டி, குதிரை வண்டி போன்ற பண்டைய ஊர்திகள் நிறைந்துள்ள கிராமப் புறங்களில் வாழ்க்கை மெதுவாக ஊர்வதையும், புகைவண்டி, பேருந்து, விமானம் போன்றவை நிறைந்துள்ள நகர்ப்புறங்களில் வாழ்க்கை காற்றெனப் பறப்பதையும் காண்கிறோம். இதனுல், நகரங்களில் உள்ளோர் குறைந்த காலத்தில் பலவிதமான ஆக்க வேலைகளில் ஈடுபட இயல்கிறது. எனவே, தொழில் வளர்ச்சிக்கும் பொருளாதார முன்னேற்றத்திற்கும் விரைந்து செயல்படும் போக்குவரத்துச் சாதனங்கள் இன்றியமையாதவை என்பது கண்கூடு. இவ்விதப் போக்குவரத்து வசதிகளை, மனித உடலிலுள்ள இரத்தக் குழாய்களுக்கு ஒப்பிடலாம். மனித உடலில் பலபாகங்களுக்கும் இரத்தம் கொண்டு செல்ல இரத்தக் குழாய்கள் எவ்வளவு இன்றியமையாதவையோ, அந்த அளவிற்கு நாட்டின் பல பாகங்களையும் இணைக்கும் போக்குவரத்துச் சாதனங்களும் இன்றியமையாத

வையாகும். போக்குவரத்தினை முப்பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்:

(1) நிலவழிப் போக்குவரத்து (Transportation by land)

(2) நீர்வழிப் போக்குவரத்து (Transportation by water)

(3) விண்வழிப் போக்குவரத்து (Transportation by air)

1-2. (1) நிலவழிப் போக்குவரத்து

வண்டிகள், மிதிவண்டிகள் (Cycles), கார்கள் (Cars), பேருந்துகள் (Buses), தொடர் வண்டிகள் (Trains) போன்றவற்றின் துணைகொண்டு நடைபெறுவன நிலவழிப் போக்குவரத்தின்கண் அடங்கும். மேற்கூறிய பிரிவுகளுள் இவ் வழிச் செலவே மிகுதியாக நடைபெறுகின்றது.

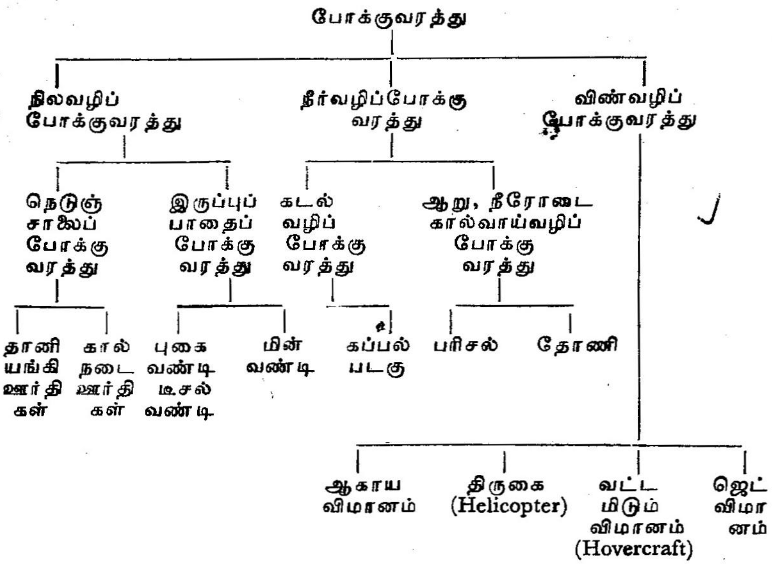
(2) நீர்வழிப் போக்குவரத்து

நீர்வழியாக நடைபெறும் போக்குவரத்தினை இம் முறை குறிக்கின்றது. கட்டுமரம், தோணி, ஓடம், படகு, விசைப் படகு, கப்பல் போன்றவை நீர்வழிச் செலவின் சாதனங்களாகும்.

(3) விண்வழிப் போக்குவரத்து

நிலம், நீர் - இவ்விரண்டு வழிகளிலும் நடைபெறும் போக்குவரத்தினைத் தவிர, விண்வழியாகவும் போக்குவரத்து நடைபெறுகிறது. இம் முறை மற்றைய இரண்டினைக் காட்டிலும் அண்மையில் தோன்றியதெனினும், அதன் விரைவின் ஆற்றலால் இது முக்கியமானதோர் இடத்தினைப் பெற்றுள்ளது. ஆகாய விமானம், திருகை (Helicopter), ஜெட் விமானங்கள போன்றவை இவ் விண்வழிப் போக்குவரத்திற்குப் பயன்படும் சாதனங்களாகும்.

1-3. இவ்வாறுன போக்கு வரத்துகளில் தொன்மையானதும், பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுவதும் நிலவழிப் போக்குவரத்தே யாகும். அருகில் அமைந்துள்ள இடங்களுக்குச் செல்ல இம் முறை மிகவும் உகந்ததாகும். துறைமுகங்களிலிருந்து உள் நாட்டிற்குச் செல்லவும், விமானத் தளங்களிலிருந்து அண்மையிலுள்ள நகரங்களுக்குச் செல்லவும் நிலவழிப் போக்குவரத்து பயன்படுகிறது. அடுத்தப்பக்கத்தில் காணும் விளக்கப் படம் வெவ்வேறுன போக்குவரத்து முறைகளை விவரிக்கின்றது.



இவை தவிர சில இடங்களில் உயர்ந்த இரு மலைகளுக்கு இடையே கம்பியை அமைத்து அதன் மூலம் மின்சாரத்தினால் இயங்கும் பெட்டிகள் அமைத்துள்ளனர். மிக ஆழமான பள்ளத் தாக்குகளைக் கடக்க இவ் வழி பயன்படுகிறது. இதனைக் கயிற்று வழி என்பர் (Ropeway). இத்தகைய வழிகள் வட இந்தியாவில் டார்ஜிலிங், காலிம்பாங், சிரபுஞ்சி ஆகிய இடங்களிலும், தென்னிந்தியாவில் ஆனைமலையிலும் உள்ளன.

1-4. நிலவழிப் போக்குவரத்து இரு உட்பிரிவுகளைக் கொண்டது. அவையாவன:

(1) நெடுஞ்சாலைப் போக்குவரத்து.

(2) இருப்புப்பாதைப் போக்குவரத்து.

இவையிரண்டனுள் நெடுஞ்சாலைப் போக்குவரத்து தொன்மையானது. மேலும், இருப்புப்பாதைப் போக்குவரத்தைப் போலன்றி, நெடுஞ்சாலைப் போக்குவரத்து நாட்டின் பல பாகங்களையும் கிளைச்சாலைகள் மூலம் எளிதில் இணைக்க வல்லது. இருப்புப் பாதைகளை ஒட்டினாற்போல் நெடுஞ்சாலைகள் பின்னிப் பிணைந்து சென்றால்தான் பல இடங்களையும் இணைக்க இயலும். அப்படி நெடுஞ்சாலைகளால் இணைக்கப்படாமல் வெறும் இருப்புப் பாதைப் போக்குவரத்து மட்டுமே இருப்பின், அதனால் ஒரு சிறு

பகுதிகளுக்குத்தான் பயன் கிடைக்குமே யன்றி, மற்றையப் பகுதிகளுக்குப் பயன் கிடைக்காது.

1–5. நல்ல முறையில், தேவையான அளவு அமைக்கப் பட்ட சாலைகள் நம் நாட்டின் வளமான எதிர்காலத்திற்கு அடி கோலுவனவாகும். நல்ல சாலைகளினால் நன்மைகள் பல விளைகின்றன.

(i) ஒரு நாட்டில் அமைந்துள்ள பாதைகளைப் பொறுத்து அந் நாட்டின் நாகரிகமும் பொருளாதாரமும் அமைகிறது என்றால், அது மிகையாகாது. வாணிப காரியமாக விமான தளத்திற்கு விரைந்து செல்லும் வியாபாரிக்கும், பிணியாளரைக் காப்பாற்றக் காரில் விரையும் மருத்துவருக்கும், பேருந்து வண்டியில் பயணம் புரியும் அலுவலருக்கும், மிதிவண்டியில் செல்லும் ஆசிரியருக்கும், இதுபோன்று ஏனையத் துறைகளில் ஈடுபட்டுள்ள அனைவருக்கும் இன்றியமையாதது நல்ல, சிறந்த சாலையே யாகும்.

(ii) நாட்டின் தொழில் முன்னேற்றத்தில் சாலைகள் பெரும் பங்கு வகிக்கின்றன. பயணிகளை ஏற்றிச் செல்வதற்கு மட்டுமின்றி, பொருள்களை ஏற்றிச் செல்லவும் சாலைகள் பயன் படுகின்றன. மூலப் பொருள்களைத் தொழிலகங்களுக்குக் கொண்டு செல்லவும், செய்து முடிவுற்ற பொருள்களை (Finished Products) வெளியேற்றிச் செல்லவும் சாலைகள் மிகவும் பயன் படுகின்றன.

(iii) வேளாண்மைத் துறையிலும் சாலைகளின் பங்கு ஈடு இணையற்றது. பயிரிடுவோருக்கு வேண்டிய உரம், எரு போன்றவற்றை ஊர்திகளில் கொண்டு செல்லவும், உற்பத்தியைப் பெருக்க உதவும் விசைக்கலப்பை, இழுவைக் (Tractor) கருவி போன்றவை செல்லவும் சாலைகள் அவசியமானவை. நல்ல சாலைகள் இருந்தால்தான், விளைந்த பொருள்களை விற்பனைக்கென விரைந்து கொண்டு செல்ல இயலும். குறிப்பாக விரைவில் கெட்டுப்போகும் காய்கறிகள், பால், ஆகிய பொருள்களை அதிவிரைவில் அங்காடிக்குக் கொண்டு செல்லுதல் வேண்டும். நல்ல சாலைகள் இல்லாத காரணத்தினால் இன்றைக்கு நம் நாட்டில் இப் பொருள்களில் சுமார் 50% அழிந்து விடுகின்றன. நன்கு அமைக்கப்பட்ட சாலைகள் வேண்டிய அளவிற்கு இருந்தால், இவ்விதம் வீணாவதைத் தடுப்பதோடன்றி, நாட்டின் உணவுப் பற்றாக்குறையையும் ஓரளவிற்குக் குறைக்கலாம்.

(iv) அமைதிக் காலத்தில் உதவுவதோடு நில்லாமல், போர்க்காலத்திலும் சாலைகள் சிறந்த முறையில் பயன்படுகின்றன. சற்றேறக்குறைய மூவாயிரம் மைல்கள் நீண்டுள்ள நமது எல்லையின் பாதுகாப்பிற்குச் சாலைகள் பெரிதும் உதவுகின்றன. எல்லை காக்கும் வீரர்களை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு விரைந்து கொண்டு செல்லவும், அவ் வீரத்தியாகிகளுக்கு வேண்டிய உணவு, மருந்து, உடை போன்றவற்றினைத் தக்க நேரத்தில் தரவும், போரிடுவதற்கு வேண்டிய கருவிகளையும், தளவாடங்களையும் உடனுக்குடன் குறிப்பிட்ட இடத்திற்குக் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் கொண்டு செல்லவும் சாலைகள் சீரிய முறையில் பயன்படுகின்றன.

(v) விரிந்து பரந்து கிடக்கும் நமதுநாட்டில் மக்கள் ஒருவரை ஒருவர் புரிந்து கொள்ளவும், பழக்க வழக்கங்களை அறிந்து கொள்ளவும், பல இடங்களைச் சுற்றிப் பார்த்துப் பொது-அறிவினை வளர்த்துக் கொள்ளவும் சாலைகள் பயன்படுகின்றன. இது நாட்டின் ஒருமைப்பாடு வளர வழிவகுக்கின்றது. நடமாடும் நூலகங்கள், அஞ்சல் அகங்கள், நடமாடும் காவல் நிலையங்கள் ஆகியவை செம்மையான முறையில் செயல்பட நல்ல சாலைகள் வேண்டும். இவற்றினால் கிராமப் புறங்களிலுள்ள மக்களுக்கும் வாழ்க்கை வசதிகள் பெருக்குவதோடு, அறிவினை வளர்த்துக் கொள்ளும் வாய்ப்பும் அதிகரிக்கின்றது.

நெடுஞ்சாலை வளர்ச்சியின் வரலாறு

1–6. ‘இயக்கம்’ மனித இனத்தின் அடிப்படை உணர்வுகளுள் ஒன்று. சலனமற்ற மனிதன் சவத்திற்குச் சமமல்லவா! தொடக்கக்காலத்தில் மனிதன் உணவிற்காகவும், உறையுளுக்காகவும், கல்லிலும் முள்ளிலும் அலைந்தான். அவனது பயணம் கால்களினால்தான் நடைபெற்றது. கல்லிலும் முள்ளிலும் இடையருது நடந்ததினால் கொடிவழிகள் என்று வழங்கப்படும் ஒற்றையடிப் பாதைகள் பல தோன்றலாயின. இவைதாம் அவனது தொடக்கக்காலத்துச் சாலைகள். இவற்றின் உதவியினால் அவன் பயணத்தை மேற்கொண்ட பொழுது, சில இடங்களில், சிறு மரங்கள், புதர்கள் ஆகியவை குறுக்கிட்டன. அவற்றை வெட்டி வீழ்த்தி அவற்றினூடே நடக்கத் தொடங்கினான். இவ்விதம் காடுகளினுள்ளும் ஒற்றையடிப் பாதைகள் தோன்றலாயின. குறுக்கிடும் மரங்களை வெட்டிப் பாதைகள் அமைத்ததைச் சாலைகள் அமைப்பதில் மனிதன் மேற்கொண்ட முதல் செயல் எனலாம்.

1–7. நாளடைவில் மனிதன் கால்நடைகளைப் பழக்கி, தூரத்தைக் கடக்கத் தொடங்கினான். அவை சுமை தூக்குவதற்கு மட்டுமன்றி அவனை ஏற்றிச் செல்லவும் பயன்பட்டன. கழுதை, கோவேறு கழுதை, எருது, மாடு, குதிரை, ஒட்டகம் போன்றவற்றை இதற்கெனப் பழக்கினான். இவற்றின் உதவியால் பயணம் செய்ய முற்பட்டபோது, ஒற்றையடிப் பாதைகளை அகலப்படுத்தவேண்டிய அவசியம் அவனுக்கு ஏற்பட்டது. எனவே, ஒற்றையடிப் பாதைகள் அகலப்படுத்தப் பட்டன; காடுகள் திருத்தப்பட்டன; மரத்தாலான சிறு, சிறு பாலங்கள் கட்டப்பட்டன. பின்னர் வண்டிகள் தோன்றின. இவற்றினை இழுக்கவும் மேற்கண்ட கால்நடைகளே பயன் பட்டன. இதனால் பாதைகள் மேலும் அகலப்படுத்தப்பட்டன. மழையாலும், வெள்ளத்தாலும் பாதிக்கப்படாமல் இருக்கச் சுற்றுப்புறத்தினின்றும் அவற்றைச் சற்று உயர்த்திக் கட்டினான். நீரோடையின் மேலும்,ஆற்றின் மேலும் நிரந்தரமான பாலங்கள் நிர்மாணிக்கப்பட்டன. இறுதியாக உராய்வைக் குறைப்பதற்கும், உராய்வினால் கால்நடைகளின் சக்தி வீணாவதைத் தடுப்பதற்கும் பாதைகளின் தளங்கள் சரளைக்கற்களைக் கொண்டு அமைக்கப்பட்டன.

1-8. வரலாற்றினைப் புரட்டிப் பார்க்கும் காலையில், மெஸப்பட்டோமியாவில்தான் முதன் முதலாகக் கடினமான தளங்கள் உருவாக்கப்பட்டன என அறிகிறோம். சக்கரங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட சிறிது காலத்திற்குப் பின்னர், சுமார் கி.மு. 3500-ல் இவ்விதமான கடினத் தளங்கள் கட்டப்பட்டன எனத் தெரிய வருகிறது. கி.மு. 1500-ல் மத்தியத் தரைக் கடலில் அமைந்துள்ள கிரீட் (Crete) என்னும் தீவில் கற்களாலான தளம் அமைத்தனர் என்றும் அறிகிறோம். பாபிலோனுக்கும் (Babylon) எகிப்திற்கும் இடையே கி.மு. 539–ல் சாலை ஒன்று அமைக்கப் பட்டதாக விவிலிய நூல் கூறுகின்றது. ரோமர்கள் காலத்தில் சாலை அமைக்கும் கலை உயர்ந்த நிலையிலிருந்தது என வரலாறு இயம்புகிறது. ரோமிலிருந்து நாலாவிதமான திசைகளிலும் பாதைகள் அமைக்கப்பட்டன. இவ்விதமான பாதைகள் மிகச் சிறந்த முறையில் கட்டப்பட்டிருக்கவேண்டும் என்பதற்கு இன்றளவும் அழிந்துபடாமலிருக்கும் சாலைப் பகுதிகளே சான்றாகும். ரோமர் ஆட்சி வீழ்ச்சியுற்றவுடன் சாலை சமைக்கும் கலையும் அழிந்துவிட்டது எனலாம். இதற்குப் பின்னர் பதினெட்டாம் நூற்றாண்டில்தான் சாலை அமைக்கும் கலை மறுவாழ்வு பெற்றதெனக் கூறலாம். பிரான்சு நாட்டில் டிரஸ்கெட் (Tresagut, 1716–1796) என்பார் நல்லமுறையில் சாலை அமைக்கும் வழி

களைக் கண்டறிந்தார். இவரது முறைகளைப் பின்பற்றிப் பிரான்சு நாட்டில் பல சாலைகள் உருவாயின. இதற்குப் பின்னர் இங்கிலாந்து நாட்டிலும் நெடுஞ்சாலைகள் அமைக்கும் கலை வளர்ச்சியுறலாயிற்று. மெக்காடம் (Macadam, 1756-1836) என்னும் ஆங்கிலேயர் சாலை அமைக்கும் கலையில் புதுமைகள் பல செய்தார். இவரது முறைகளைப் பின்பற்றி அமைக்கப்படும் சாலைகள் இன்றளவும் 'மெக்காடம் சாலைகள்' என்றே வழங்கப்படுகின்றன. அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் (USA) பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் இறுதிவரை நெடுஞ்சாலைகளின் வளர்ச்சி தொய்வுற்றே இருந்தது. இருபதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் அமெரிக்காவில் தானியங்கி வண்டிகள் பெருமளவிற்குப் பயன்படுத்தப்பட்டன. அமெரிக்க ஐக்கியநாட்டு அரசும், இச் சமயத்தில்தான் சாலை அமைக்கும் பணியில் தனது கவனத்தைத் திருப்பியது. இதன் விளைவாகச் சாலை அமைக்கும் அமைப்புகள் பல உருவாயின. தற்சமயம் அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் உள்ள சாலைகளின் மொத்த நீளம் சற்றேறக்குறைய மூன்று மில்லியன் மைல்களாகும். இவற்றின் மேல் சுமார் 55 மில்லியன் தானியங்கிகள் ஆண்டொன்றிற்கு 500 பில்லியன் மைல்கள் பயணம் செய்கின்றன.

இந்தியாவில் நெடுஞ்சாலைகளின் வளர்ச்சி

1-9. சுமார் 5000 ஆண்டுகட்கு முன்னரே நமது நாட்டில் சாலை அமைக்கும் கலை மேம்பட்டு இருந்ததாக மொகஞ்சாதாரோ-ஹாரப்பா புதைபொருள் ஆராய்ச்சி மூலம் தெரியவருகிறது. ஆரியர் காலத்திற்கும் முன்னரேயே அகன்ற சாலைகள் பல கட்டப்பட்டதாகக் குறிப்புகளில் காணப்படுகின்றது. ஆரியர் காலத்திலும் இக் கலை மேம்பாடடைந்து விளங்கிற்று. பிம்பிசாரர் என்னும் அரசரால் கி.மு. ஆறும் நூற்றாண்டில் கட்டப்பட்ட சாலையொன்று இன்றளவும் பாட்னா நகரில் பயனில் இருந்து வருகின்றது. சாலைகளைப் பற்றிய விவரங்கள் பல, அர்த்த சாஸ்திரத்தில் காணப்படுகின்றன. அதில் போக்குவரத்தின் வகைக்கேற்ப சாலைகளின் அகலம் பற்றிய குறிப்புகள் காணப்படுகின்றன. சாலைகள் அமைப்பதற்கெனவும், அவற்றைத் தக்க முறையில் கண்காணிப்பதற்கெனவும் சந்திரகுப்த மௌரியர் காலத்தில் தனித்துறை ஒன்று இயங்கிவந்ததாகத் தெரியவருகிறது. பெரும் தூண்களை ஆங்காங்கே நிறுவி அவற்றில் சாலை விதிகளைப் பொறித்தனர் எனவும் அறிகிறோம். அசோக மாமன்னரும் சாலை அமைப்பதில் தமது கவனத்தைச் செலுத்தி வந்தார். சாலையின் இரு மருங்கிலும் நிழல் தரும் மரங்கள் பலவற்றை வளர்த்தார். பயணிகளின் வசதிக்காக ஆங்காங்கே

விடுதிகள் கட்டுதல், நீர் வசதிக்கென கிணறுகள் வெட்டுதல் போன்றவற்றையும் அவர் செய்தார். மொகலாயர் காலத்தில் சாலைகட்டும் கலை உயர்ந்த நிலையை அடைந்திருந்தது. அவர்கள் அமைத்த சாலைகளைக் கண்டு அயல் நாட்டினரும் வியந்தனர் எனச் சரித்திரம் செப்புகிறது. மொகலாயர் காலத்திற்குப் பின்னர் ஆங்கிலேயர் காலத்தில் சாலை அமைக்கும் கலை இழிநிலையை அடைந்தது. இருப்புப் பாதைகள் போடத் தொடங்கிய பின்னர் இவ் விழிநிலை மேலும் அதிகரித்தது. இராணுவத்திற்குத் தேவையான சாலைகளில் மட்டுமே ஆங்கில அரசு கவனத்தைச் செலுத்தியது.

தமிழகத்தின் போக்குவரத்து

1–10. பண்ணுறத் தெரிந்தாய்ந்த இப்பசுந் தமிழகத்திலே, பலப்பல ஊர்திகள் அதன் இலக்கண, இலக்கிய மரபிலே ஊர்கின்றன, மிதக்கின்றன, பறக்கின்றன. கால்களால் மட்டும் போக்குவரத்தினை ஒற்றையடிப் பாதைமீது நடத்திய ஆதித்தமிழன், காலம், இடம், சூழ்நிலையை அனுசரித்து நாளடைவில் படிப்படியாய் முன்னேறி உருளைகள் இணைத்த தேர் முதலியவற்றை ஊர்தியாகக் கொண்டான். உருளை ஊர்திகளை என்று தமிழன் கண்டானோ, அன்றே அவன் போக்குவரத்தின் முதற்கல்லை நாட்டிவிட்டான். கி. மு. 5000 ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்ட பழமை ஓவியங்களில் இவ்வுருளை ஊர்திகள் காணப்படுகின்றன என்பது நாமறிந்த செய்தியே யாகும். தவிரவும், பருவக்காற்றின் இயல்பறிந்து மரக்கலங்களை நீர்மீதும் தமிழன் செலுத்தினான். அவைதாம் எத்துணை! என்ன அழகிய தமிழ்ச் சொற்கள்! அம்பி, ஓடம், கலம், திமில், தெப்பம், தொள்ளை, தோணி, நாவாய், பஃறி, பகடு, படகு, பரிசல், பாறு, புணை, மதலை, மிதவை, வங்கம், வள்ளம், அரிமுகப்புணை, பரிமுகப்புணை முதலியன ஒரு சிலவாம். ''நளியிரு முன்னீர் நாவாய் ஓட்டி-வளிதொழில் ஆண்ட உரவோன்,'' எனக் கரிகாற் பெருவளத்தான் புறப்பாட்டில் குறிப்பிடப்படுகிறான். இயக்குநர் இன்றியே வான ஊர்தியும் விண்வழியாக ஏகின. ''புலவர் பாடும் புகழுடையோர் விசும்பில் வலவன் ஏவா வான ஊர்தி,'' எனப் புறம் பாடுகிறது. மண்ணிலும், விண்ணிலும் இயங்கவல்ல தேரினை இராமாயணம் சித்திரிக்கிறது.

1–11. நெடுஞ்சாலையில் இழுப்பன இன்றியே பொறியால் இயங்கும் 'வையம்' என ஒன்றினைப் பெருங்கதையில் படிக்கின்றோம். சிலப்பதிகாரத்திலும் கடலாடு காதையில் மாதவி

'வையத்தில்' ஏறிச் சென்றுள் என இளங்கோ அடிகள் குறிப்பிடுகின்றுர். அகழ்ந்தறிந்த 'மொகஞ்சாதாரோ' நாகரிகம் இன்றைக்குச் சற்றேறத்தாழ 5000 ஆண்டுகட்கு முற்பட்டதெனினும், தமிழர் கலைச்சுவடுகள் அதிற் காணப்படாமற் போகவில்லை. தெரு அமைப்புகளும், சாலைகளும் போக்குவரத்தின் சீர்மையைப் புலப்படுத்துகின்றன. 'ஆமை முதுகின் அமைப்பையும், ஆறு அகன்றன்ன சாலைகளையும்' பற்றி நமது இலக்கியங்கள் மட்டுமன்றி இவ்வகழ் நிலங்களும் சான்று கூறுகின்றன. ' சாலைகளைச் சோலைகளாக்கி, பயணிகள் தங்கி ஓய்வு பெற சுமைதாங்கிகளையும், ஆதுலர் விடுதிகளையும், கூபம், ஊருணி போன்ற நீர்நிலைகளையும் சமைத்து, இதையே ஓர் அறம் என வகுத்துணர்த்திய பெருமை முடிவேந்தர்களில் தொடங்கி இராணி மங்கம்மாள் ஆட்சியோடு முடிவுறுகின்றது.

நெடுஞ்சாலைகளின் தற்போதைய வளர்ச்சி

1-12. முதல் உலகப் போருக்குப் பிறகு நம் நாட்டில் போக்குவரத்துத் துறையில் ஒரு புரட்சியே தோன்றியது எனலாம். இராணுவத்திற்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட ஊர்திகள் மலிவான விலைக்குக் கிடைத்தமையால், பொதுமக்கள் பெருமளவில் அவற்றினைப் பயன்படுத்தலாயினர். முக்கியமான சாலைகளில் பேருந்து வண்டிகள் செல்லத் தொடங்கின. இரும்புக் கட்டுகள் பொருத்தப்பட்ட மாட்டு வண்டிகளும், விரைந்து செல்லும் பேருந்து வண்டிகளும் சாலைகளின் தேய்வை அதிகரிக்கச் செய்தன. அவற்றைப் பராமரிப்பதற்கான செலவும் அதிகமாயின. போதிய பண வசதியின்மையால் உள்ளாட்சித் துறையினரால் சாலைகளைச் சரிவரக் கவனிக்கவும், பராமரிக்கவும் இயலாமல் போயிற்று. எனவே 'சாலைப் போக்குவரத்து' 'சாலை வளர்ச்சி' — இவற்றிலுள்ள பிரச்சினைகளை ஆய்ந்து அறிக்கை ஒன்றைச் சமர்ப்பிக்கும் பொருட்டு திரு. M. R. ஜெயகர் என் பாரது தலைமையில் 1927ஆம் ஆண்டு 'இந்திய சாலை வளர்ச்சிக் கழகம்' (Indian Road Development Committee) ஒன்று நிறுவப்பட்டது. இதனை 'ஜெயகர் கழகம்' என வழங்குவர்.

இக் கழகம் 1926-ல் அறிக்கை ஒன்றைச் சமர்ப்பித்தது. அதில் சாலைகளின் வளர்ச்சிக்கு மத்திய அரசாங்கம் பொறுப்பேற்க வேண்டும் என்றும், மத்திய சாலை நிதி (Central Road Fund) ஒன்றைத் தோற்றுவிக்க வேண்டும் என்றும், சாலை வளர்ச்சிக்கென மத்திய சாலை நிதியிலிருந்து மாநிலங்களுக்குப் பணம் தரவேண்டும் என்றும் இக் கழகம் பரிந்துரைத்தது.

இந்தியச் சாலைக் குழு (Indian Road Congress - 1934)

1-13. பல்வேறு இடங்களிலும் நடைபெறும் சாலை வளர்ச்சித் திட்டங்களை ஒருங்கிணைத்துச் செயல் புரியவும், சாலை நிர்மாணம், திட்டமிடுதல், அமைப்பாண்மை (Design), ஆய்வு ஆகியவற்றிலிருந்து கிடைக்கும் அனுபவத்தையும், அறிவையும் ஒருமுகப்படுத்தவும் குழு ஒன்று தேவைப்பட்டது. எனவே, 1934-ல் 'இந்திய சாலைக்குழு' என்ற அமைப்பு தோன்றியது. ஆண்டுதோறும் இக் குழு கூடி சாலை அமைப்பதில் பல்வேறு முறைகளையும், புதுமைகளையும், தொழில் நுட்பங்களையும் விவாதித்து ஆய்வதுடன் அவற்றைத் தொகுத்து நூலாகவும் வெளியிடுகின்றது. இந்தியச் சாலை வளர்ச்சிக்கு இந் நூல்கள் பெரிதும் துணைபுரிகின்றன.

நாகபுரி மாநாடு (Nagpur Conference, 1943)

1-14. இரண்டாம் உலகப்போரின்போது மாநில அரசாங்கமே சாலைகளை அமைப்பதிலும், அவற்றைப் பராமரிப்பதிலும் பெரும் பொறுப்பேற்றிருந்தன. போதிய பண வசதியின்மையால், அவற்றால் தேவையான அளவு சாலை வளர்ச்சித் திட்டங்களுக்கு நிதி ஒதுக்க இயலவில்லை. நல்ல சாலைகள் இல்லாத குறையினை நாடு உலகப் போர்க்காலத்தில் நன்கு உணர்ந்தது. ஆகவே, 1943ஆம் ஆண்டு எல்லா மாநில தலைமைப் பொறியாளர்களும் (Chief Engineers) நாகபுரியில் கூடி சாலை வளர்ச்சியினை ஆராய்ந்தனர். இதனை 'நாகபுரி மாநாடு' என்பர். இம் மாநாட்டில் 448 கோடி ரூபாய் செலவில் 3,31,000 மைல் நீளத்திற்குப் பலவிதமான சாலைகள், பாலங்கள் போன்றவற்றைக் கட்டவேண்டும் எனத் தீர்மானித்தனர். ஆயினும், போதிய நிதி வசதியின்மையாலும், 1947ஆம் ஆண்டு இந்தியா இரு நாடுகளாகப் பிரிந்தமையாலும், மேற்கண்ட தீர்மானங்களைச் செம்மையான முறையில் செயல்படுத்த இயலவில்லை. இம் மாநாட்டில்தான் முதன் முறையாக நம் நாட்டில் உள்ள சாலைகளைத் தேசிய நெடுஞ்சாலைகள், மாநில நெடுஞ்சாலைகள், மாவட்டச் சாலைகள், கிராமச் சாலைகள் என நான்கு வகைகளாகப் பிரித்தனர்.

1-15. இம் மாநாட்டிற்குப் பின்னர், 1950ஆம் ஆண்டு 'மத்தியச் சாலை ஆய்வகம்' (Central Road Research Institute-CRRI) டெல்லிக்கு அருகிள்ள ஓக்லா (OKHLA) என்னும் இடத்தில் தோற்றுவிக்கப்பட்டது. சாலைப் பொறியியல் துறையில் ஆராய்ச்சிகள் செய்தல், சாலைகளைப் பற்றிய

பிரச்சினைகளில் மாநில அரசுகளுக்கு அறிவுரை கூறுதல், சென்னை, கல்கத்தா, லக்னோ, பாட்னா ஆகிய நான்கு மாநிலங்களிலுமுள்ள 'மத்திய சாலை வாரியங்களின்' (Central Road Boards) செயல்களை ஒருங்கிணைத்து நடத்துதல் ஆகியவை இவ் வாய்வகத்தின் தலையாய பணிகளாகும். பின்னர் நாட்டின் முன்னேற்றத்திற்கென வகுக்கப்பட்ட ஐந்தாண்டுத் திட்டங்களிலும் சாலைகள் அமைப்பதற்கென நிதி ஒதுக்கப்பட்டது. முதல் ஐந்தாண்டுத் திட்டக்காலத்தில் இதற்கென ரூ. 140 கோடியும், இரண்டாவது ஐந்தாண்டுத் திட்டத்தில் ரூ. 264 கோடியும், மூன்றாவது திட்டத்தில் ரூ. 324 கோடியும் ஒதுக்கப்பட்டது. ஆயினும், இந்தியாவிலுள்ள சாலைகள் வடிவ அமைப்பாண்மையிலும் (Geometric Design), மேற்பரப்பு வகையிலும் (Surface Types), தரத்திலும் குறைந்தே காணப்படுகின்றன.

1-16. சாலைகளின் நீளத்தினையும், அவை வளர்ச்சி பெறும் தன்மையினையும் கீழ்க்காணும் அட்டவணை மூலம் அறியலாம்:

அட்டவணை 1-1.

ஆண்டு	சாலைகளின் மொத்த நீளம் (மைலில்)	மேற்பரப்பு இடப்பட்ட சாலையின் நீளம் (மைலில்) (Metalled Road)
1913-14	1,60,000	50,000
1943	2,20,000	88,000
1951	2,48,500	97,500
1956	3,16,600	1,21,600
1961	3,79,000	1,44,000
1981	(எதிர்பார்ப்பது) 6,57,000	2,52,000

இவ் வட்டவணையிலிருந்து 1968ஆம் ஆண்டு முடிவில் இந்தியாவில் உள்ள சாலைகளின் மொத்த நீளம் 6,57,000 மைல்களென மதிப்பீடு செய்யப்பட்டுள்ளது என்று அறியலாம். சாலை வளர்ச்சியின் அளவு கணிசமாக இருப்பினும் நமது நாட்டில்

சாலைகளின் மொத்த நீளம் சொற்பமே என்றும், அவையும் குறைபாடுகளுடன் விளங்குகின்றன என்றும் கூறலாம். நம் நாட்டில் சாலையின் நீளம் ஒரு சதுர மைலுக்கு 0·3 மைல் நீளமே உள்ளது. ஆனால், ஐக்கிய அரசில் (United Kingdom) ஒரு சதுர மைல் பரப்பிற்குச் சாலையின் நீளம் 2·10 மைல்கள் என்றும், அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டில் 1·2 மைல்கள் என்றும் அறியும் போது சாலைகள் அமைப்பதில் நாம் எவ்வளவு கவனம் செலுத்த வேண்டியுள்ளது என்று தெரிய வருகிறது.

1-17. நமது நாட்டில் இன்னும் பல இடங்களைச் சாலைகளால் இணைக்கவேண்டியுள்ளது. போதிய சாலைகள் இல்லாத காரணத்தால், பல இடங்களிலுள்ள மக்களின் வாழ்க்கைத்தரம் மோசமான நிலையில் உள்ளது. நகர்ப் புறங்களில் இக் குறையினை உணர இயலாவிடினும், புற நகரங்களிலும், தொலைவிலுள்ள சிறு, சிறு கிராமங்களிலும் இக் குறை தெற்றெனத் தெரிகிறது. இது மட்டுமன்று. பல பகுதிகளில், மலைமேலும், குன்றுகள் மேலும் மக்கள் வசிக்கின்றனர். இவ்விடங்களை யெல்லாம் சாலைகள் மூலம் இணைத்தல் வேண்டும். நமது நாட்டிலுள்ள மக்களுள் சுமார் 86 சதம் இவ்விதமான கிராமங்களிலும், மலைப் புறங்களிலும் வாழ்கின்றனர். இவர்களுக்கெல்லாம் வாழ்க்கைத் தரம் உயர வேண்டுமாயின், மற்றவர்களைப்போல் வாழ்க்கை வசதிகள் அவர்களுக்கும் பெருக வேண்டுமாயின், கல்வியிலும், தொழிலிலும் அவர்கள் முன்னேற்றமடைய வேண்டுமாயின், அவர்களுக்கு முதலில் வேண்டுவனவெல்லாம் சாலைகள் — நல்ல சாலைகள் — சிறந்த சாலைகளே!

2. நெடுஞ்சாலைத் திட்டங்களும், நிர்வாகமும்

நெடுஞ்சாலைத் திட்டங்கள்

நாகபுரி மாநாடு (Nagpur Conference, 1943)

2–1. 1943ஆம் ஆண்டு டிசம்பர்த் திங்கள், தலைமைப் பொறியாளர்களின் மாநாடு நாகபுரியில் நடந்தது. சாலை வளர்ச்சியினை ஆராய்ந்து ஆவன செய்யும் நோக்கத்தோடு இம் மாநாடு கூடியது. முதன் முதலாக இம் மாநாட்டில்தான் நம் நாட்டிலுள்ள சாலைகளை அவற்றின் இணைப்புவினைக்கேற்ப நான்கு வகையாகப் பிரித்தனர்.

(1) தேசிய நெடுஞ்சாலைகள் (National Highways)

2–2. துறைமுகங்கள், மாநிலங்களின் தலை நகரங்கள், அண்மையிலுள்ள வெளிநாட்டு நெடுஞ்சாலைகள் ஆகியவற்றை இணைக்கும் நெடுஞ்சாலைகள் தேசிய நெடுஞ்சாலைகள் எனப்படுகின்றன. இவை இந்தியா முழுமையும் உள்ளன. தேச பாதுகாப்பிற்கென உள்ள இராணுவ முக்கியத்துவம் வாய்ந்த இடங்களை இணைக்குஞ்சாலைகளும் இப் பிரிவினைச் சேர்ந்தவையே. இந் நெடுஞ்சாலைகளில் ஆறு முக்கியமான சாலைகள் உள்ளன. அவையாவன :

(i) சென்னையிலிருந்து பெங்களூர் வழியாகப் பம்பாய் செல்லும் பாதை.

(ii) சென்னையிலிருந்து நாகபுரி வழியாக டெல்லி செல்லும் பாதை.

(iii) பம்பாயிலிருந்து ஆக்ரா வழியாக டெல்லி செல்லும் பாதை.

(iv) சென்னையிலிருந்து கல்கத்தா செல்லும் பாதை.

(v) கல்கத்தாவிலிருந்து நாகபுரி வழியாகப் பம்பாய் செல்லும் பாதை.

(iv) கல்கத்தாவிலிருந்து வாரணாசி, கான்பூர், டெல்லி, அம்பாலா வழியாகப் பதன்கோட் செல்லும் சாலை.

இவை தவிர, காசியிலிருந்து நாகபுரி, ஐதராபாத் வழியாகக் கன்னியாகுமாரி செல்லும் சாலையும், அகமதாபாத்திலிருந்து காண்ட்லா செல்லும் சாலையும், அம்பாலாவிலிருந்து திபெத்தின் எல்லைக்குச் செல்லும் சாலையும் குறிப்பிடத்தக்கன. 1981ஆம் ஆண்டிற்குள் 32,000 மைல்வரை தேசிய நெடுஞ்சாலைகள் அமைக்க மத்திய அரசு திட்டமொன்றை வகுத்துள்ளது. தேசிய நெடுஞ்சாலைகள் எல்லாம் ஒரே அளவினதாகவும், ஒரே மாதிரியாகவும் இருக்கவேண்டும் என்ற நியதி இல்லை.

(2) மாநில நெடுஞ்சாலைகள் (State Highways)

2-3. தேசியச் சாலைகள், அண்டைய மாநில நெடுஞ்சாலைகள், மாவட்டத் தலைநகரங்கள், மற்றும் மாநிலத்திற்குள் உள்ள முக்கியமான நகரங்கள் ஆகியவற்றை இணைக்கும் சாலைகளை மாநிலநெடுஞ்சாலைகள் என வரையறுத்துள்ளனர். மாவட்டச் சாலைகளை இணைப்பதும் இவற்றின் பணியாகும். சில இடங்களில் தேசிய நெடுஞ்சாலைகளைவிட அதிக அளவு போக்குவரத்து மாநில நெடுஞ்சாலைகளில் இருக்கக்கூடும். ஆயினும், இதன் அடிப்படையில் அவற்றின் பெயரைத் தேசிய நெடுஞ்சாலைகள் என மாற்றம் செய்தல் தவறாகும்.

(3) மாவட்டச் சாலைகள் (District Roads)

2-4. மாவட்டங்களைச் சுற்றியும், ஊடுருவியும் செல்லும் சாலைகளை மாவட்டச் சாலைகள் என்று சுருக்கமாகக் கூறலாம். இவை தொழிலகங்களுக்கும், அங்காடிகளுக்கும் பயன்படுவதுடன் அவற்றை ஒன்றோடு ஒன்று இணைக்கவும் செய்கின்றன. அத்துடன் நில்லாது அவற்றை அருகிலுள்ள நெடுஞ்சாலையுடனும் இருப்புப் பாதையுடனும் இணைக்கின்றன. இடர்ப்பாடுள்ள சில சமயங்களைத்தவிர, ஆண்டு முழுவதும் இச் சாலைகள் நகரங்களின் முக்கிய பகுதிகளுக்குப் பயன்படத்தக்கதாய் விளங்கவேண்டும். சாலைகளின் வகைக்குத் தக்கவாறும், அவற்றில் செல்லும் போக்குவரத்தின் அளவினைப் பொறுத்தும் மாவட்டச் சாலைகளை இரு உட்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

(a) மாவட்டப் பெருஞ்சாலைகள் (Major District Roads): இவை ஏறத்தாழ மாநிலப் பெருஞ்சாலைகளைப் போன்றவை.

(b) மாவட்ட மற்றையச் சாலைகள் (Other District Roads): மேற்கூறிய சாலைகளைக் காட்டிலும் தரத்தில் சற்றுக் குறைவான வகுத்துரைகளைக்கொண்ட (specifications) மாவட்டச் சாலைகள் இவற்றில் அடங்கும்.

(4) கிராமச் சாலைகள் (Village Roads)

2-5. தனித்தனியே உள்ள கிராமங்களை ஒன்றுடன் ஒன்று இணைப்பது, தொகுதி தொகுதியாக அல்லது கூட்டாக விளங்கும் கிராமங்களை ஒன்றோடு ஒன்று இணைப்பது, இவற்றை அருகிலுள்ள மாவட்டச் சாலைகளுடனும், முக்கியமான நெடுஞ்சாலைகளுடனும், இருப்புப் பாதைகளுடனும் இணைப்பது போன்றவை இவ்வகைச் சாலைகளின் பணியாகும். கிராமங்களுக்குத் தேவையானவற்றைக் கொண்டுவரவும், அங்கு விளையும் பொருள்களை அங்காடிக்குக் கொண்டுசெல்லவும் இவை பயன்படுகின்றன. சுருங்கக்கூறின் கிராமங்களின் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்வதே இவ்வகைச் சாலைகளின் நோக்கமாகும்.

2-6. இம்மாநாட்டில் மேற் கூறியவற்றைத்தவிர அடுத்து வரும் இருபது ஆண்டுகளுக்குத் தேவையான எல்லா வகைச் சாலைகளின் நீளத்தினைக் கணிப்பதற்கும் சூத்திரங்கள் அறிமுகப் படுத்தப்பட்டன.

முதல்வகைச் சாலைகள்: தேசிய நெடுஞ்சாலை, மாநில நெடுஞ்சாலை, மாவட்டப் பெருஞ்சாலை ஆகியவை முதல்வகைச் சாலைகள் எனலாம்.

தேசிய நெடுஞ்சாலைகள், மாநில நெடுஞ்சாலைகள், மற்றும் மாவட்டப் பெருஞ்சாலைகள் இவற்றின் மொத்த நீளம்:

$$= \frac{A}{5} + \frac{B}{20} + N + T + D - R$$

(மைல்களில்)

இங்கு, A : குறிப்பிட்ட மாநிலத்திலுள்ள விவசாயம் செய்யத் தக்க பரப்பு (ச.மை)

B : விவசாயம் செய்ய இயலாத பரப்பு (ச.மை)

N : 2001-லிருந்து 5000 வரைக்கும் மக்கள்தொகையுள்ள நகரங்கள், கிராமங்கள் ஆகியவற்றின் எண்ணிக்கை.

T : 5000-க்கு மேற்பட்ட மக்கள்தொகையுள்ள நகரங்கள், கிராமங்கள் ஆகியவற்றின் எண்ணிக்கை.

D : அடுத்த இருபது ஆண்டுகளில் ஏற்படும் தொழில், விவசாயம் ஆகியவற்றின் வளர்ச்சிக்கான சரியீடு (Allowance).

R : குறிப்பிட்ட மாநிலத்திலுள்ள இருப்புப் பாதையின் நீளம் (மைலில்).

● நாகபுரி மாநாடு நடந்தபோது இருந்த சாலைகளின் நீளம் 79,000 மைல்கள் ஆகும். ஆனால், மேற்கண்ட சூத்திரத்தின்படி கிடைத்த நீளமோ 1,50,000 மைல்கள் ஆகும்.

இரண்டாம் வகைச் சாலைகள் : மாவட்ட மற்றையச் சாலைகளும், கிராமச் சாலைகளும் இதில் அடங்கும்.

இரண்டாம் வகைச் சாலைகளின் மொத்த நீளம் (மைலில்) $\Big\} = \frac{V}{5} + \frac{Q}{2} + R + 25 + D$

இங்கு,

$V =$ 500-க்குக் கீழ் மக்கள்தொகையுள்ள கிராமங்களின் எண்ணிக்கை.

$Q =$ 501-லிருந்து 1000 வரை மக்கள்தொகை உள்ள கிராமங்களின் எண்ணிக்கை.

$R =$ 1001-லிருந்து 2000 வரை மக்கள்தொகையுள்ள கிராமங்களின் எண்ணிக்கை.

$S =$ 2001-லிருந்து 5000 வரை மக்கள்தொகையுள்ள கிராமங்களின் எண்ணிக்கை.

$D =$ அடுத்த இருபது ஆண்டுகளில் ஏற்படக் கூடிய தொழில், விவசாயம் ஆகியவற்றின் வளர்ச்சிக்கான சரியீடு.

1943ஆம் ஆண்டு இருந்த இவ்விரண்டாம் வகைச் சாலைகளின் நீளம் 1,63,000 மைல்கள் ஆகும். ஆனால், மேற்கண்ட சூத்திரத்தின்படி கிடைத்ததோ 2,53,000 மைல்கள் ஆகும்.

ஐந்தாண்டுத் திட்டங்கள்

2-7. முதல் ஐந்தாண்டுத் திட்டம்

முதல் ஐந்தாண்டுத் திட்டத் தொடக்ககாலத்தில் (1951) 96,000 மைல் நீளத்திற்கு மேற்பரப்பு இடப்பட்ட (surfaced)

சாலைகளும் இந்தியாவில் இருந்தன. முதல் ஐந்தாண்டுக் காலத்தில் சாலைகள் போடுவதற்கென ரூ. 109 கோடி ஒதுக்கீடு செய்யப்பட்டது. 1956ஆம் ஆண்டு முடிவில் 24,000 மைல் நீளத்திற்குப் புதிய மேற்பரப்பிடப்பட்ட சாலைகளும், 44,000 மைல் நீளத்திற்கு மேற்பரப்பிடப்படாத சாலைகளும் போடப்பட்டன.

2-8. இரண்டாவது ஐந்தாண்டுத் திட்டம்

சாலை வளர்ச்சிக்கென இரண்டாவது ஐந்தாண்டுத் திட்டத்தில் சுமார் ரூ. 269·5 கோடி ஒதுக்கப்பட்டது. இத் திட்டத்தின் கீழ் மேற்பரப்பிடப்பட்ட சாலைகளின் நீளம் 121,000 மைலிருந்து 1,44,000 மைல் நீளத்திற்கு அதிகரித்தது. அதேபோன்று மேற்பரப்பிடப்படாத சாலைகளின் நீளம் 1,95,000 மைலிலிருந்து சுமார் 2,50,000 மைல் நீளத்திற்கு அதிகரித்தது. முதலிரண்டு ஐந்தாண்டுத் திட்டத்தின் கீழ் இந்தியாவிலுள்ள சாலைகளின் மொத்த நீளம் அதிகரித்திருப்பினும், அவற்றுள் 60 சதம் மண் சாலைகளே. மேலும், தேசிய சாலைகளின் மொத்த நீளமான 15,000 மைலில் சுமார் 2,300 மைல் நீளமே இரு ஊர்திகள் ஒரேசமயத்தில் செல்லத்தக்க இரு நெறிப் பிரிவு ஊர்தி வழியாகும் (Two-lane carriage way). தேசிய நெடுஞ்சாலைகளில் சுமார் 1000 மைல் நீளம் மெக்காடம் சாலைகள் அல்லது குறைந்த செலவு வகைச் சாலைகளாக (low cost roads) இருந்தது.

2-9. மூன்றாவது ஐந்தாண்டுத் திட்டம்

இத் திட்டத்தில், மாநில அரசு ரூ. 244 கோடியும், மத்திய அரசு ரூ. 80 கோடியும் ஆக மொத்தம் ரூ. 324 கோடி சாலை வளர்ச்சிக்கென ஒதுக்கப்பட்டது. மத்திய அரசு, தேசிய நெடுஞ்சாலைகள், பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த சாலைகள், மாநிலங்களுக்கு இடையே செல்லும் இடைச் சாலைகள் (Inter-state roads) போன்றவற்றைப் பராமரிப்பதற்கென்றே ரூ. 80 கோடி ஒதுக்கியது. மூன்றாவது ஐந்தாண்டுத் திட்டத்தின் பெரும் பகுதியான சாலைகளை மாநில அரசு நிர்மாணிக்க வேண்டும் என்று முடிவாயிற்று. சுமார் 25,000 மைல் நீளத்திற்கு மேற்பரப்பிடப்பட்ட சாலைகள் அமைக்க ஏற்பாடு செய்யப்பட்டது. போக்குவரத்து மிகுதியின் காரணமாகப் பழைய சாலைகளைப் புதுப்பிக்கும் பணியும் இத் திட்டத்தில் மேற்கொள்ளப்பட்டது. தவிரவும், இரண்டாவது ஐந்தாண்டுத் திட்டத்தில் முடிவு பெறாத சாலைகள், பாலங்கள் ஆகியவற்றைக் கட்டும் பணியும் இத் திட்டத்தில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டது.

2-10. சாலை வளர்ச்சித் திட்டத்தின் எதிர்காலம்

இரண்டாம் ஐந்தாண்டுத் திட்டகால முடிவிலேயே (1961) நாகபுரி மாநாட்டில் குறிப்பிடப்பட்ட அளவிற்கு, தேசிய, மாநில நெடுஞ்சாலைகளைத் தவிர மற்றைய வகைச் சாலைகளில் முன்னேற்றம் காணப்பட்டது. நாகபுரி மாநாட்டிற்குப் பின் ஏற்பட்ட பொருளாதார, சமூக, அரசியல் மாற்றங்களால் இந்தியாவிலுள்ள சாலைகளின் நீளத்தைக் குறித்து மறு பரிசீலனை செய்யவேண்டிய அவசியம் ஏற்பட்டது. எனவே, 1957ஆம் ஆண்டு மே மாதம் ஷில்லாங்கில் எல்லா மாநிலப் பொதுப் பணித்துறை தலைமைப் பொறியாளர்கள் ஒன்றுகூடி, சாலை வளர்ச்சிப் பொறியியல் ஆலோசகர் ஒருவரையும், ஐந்து தலைமைப் பொறியாளர்களையும் கொண்ட குழு ஒன்றை நியமித்தனர். அடுத்த இருபதாண்டு காலத்திற்கு வேண்டிய சாலை வளர்ச்சியினை ஆராய்ந்து அறிக்கை சமர்ப்பிக்கவே இக் குழு தோற்றுவிக்கப்பட்டது. இதனை 'இந்திய சாலை வளர்ச்சித் திட்டம் 1961-81' என்பர். தகுந்த அளவு முன்னேற்றம் அடையாத பின்தங்கிய பகுதிகளுக்கே முதலிடம் தரப்பட்டுள்ளது. இத் திட்டத்தின் முக்கிய அம்சங்களாவன :

(1) எல்லா உயிர்நாடிச் சாலைகளிலும் (Arterial Routes) தேவையான பாலங்கள் அமைத்தல் வேண்டும். சாலைகளின் தளங்கள் சீர்செய்யப்பட வேண்டும்.

(2) மாநகரங்களுக்கு அருகிலுள்ள எல்லா முக்கியமான சாலைகளையும் குறைந்தது இருநெறிப்பிரிவுச் சாலைகளாக அமைக்க வேண்டும்.

(3) முக்கியமான பெருஞ்சாலைகள் யாவும் இருநெறிப் பிரிவுச் சாலைகளாக்கப்பட வேண்டும்

(4) கிராமங்களிலுள்ள சாலைகளை எல்லாப் பருவநிலைகளிலும் பயன்படக்கூடிய சாலைகளாக மாற்றி யமைத்தல் வேண்டும்.

2-11. நாகபுரித் திட்டத்தில் குறிப்பிடப்பட்டிருந்த சாலைகளின் நீளம், 1960-61ஆம் ஆண்டுவரை இந்தியாவில் இருந்த சாலைகளின் நீளம், இருபதாண்டுத் திட்டத்தில் கணிக்கப்பட்டு உள்ள சாலைகளின் நீளம் ஆகியவற்றை அடுத்து வரும் அட்டவணையில் காணலாம் :

அட்டவணை 2-1.

விவரம்	நாகபுரித் திட்டத்தில் காணும் சாலைகளின் நீளம் (மைலில்)	1960-61 வரை உள்ள சாலைகளின் நீளம் (மைலில்)	இருபதாண்டுத் திட்டத்தில் (1961-81) கணிக்கப்பட்டுள்ள சாலைகளின் நீளம் (மைலில்)
முக்கியமான சாலைகள்			
தேசிய நெடுஞ் சாலை	20,000	13,800	32,000
மாநில நெடுஞ் சாலை	53,000	35,000	70,000
மாவட்டப் பெருஞ் சாலை	50,000	95,200	1,50,000
மொத்தம்	1,23,000	1,44,000	2,52,000
மற்றையச் சாலைகள்			
மாவட்ட மற்றையச் சாலை	70,000	78,300	1,80,000
கிராமச் சாலை	1,38,000	1,56,700	2,25,000
மொத்தம்	2,08,000	2,35,000	4,05,000
கூட்டு மொத்தம்	3,31,000	3,79,000	6,57,000

2-12. சாலைகளின் நீளத்தைக் கணிப்பதற்கு நாகபுரித் திட்டத்தில் பயன்படுத்தப்பட்ட சூத்திரங்களைப் போன்ற சூத்திரங்கள் இத் திட்டத்திலும் பயன்படுத்தப்பட்டன:

(1) தேசிய நெடுஞ்சாலைகள் :

$$\text{நீளம்} = \frac{A}{40} + \frac{B}{50} + \frac{C}{60} + \left(20K + 10 + \frac{M}{2} \right) + D$$

(2) தேசிய நெடுஞ்சாலைகள் + மாநில நெடுஞ்சாலைகள் :

$$\text{நீளம்} = \frac{A}{12.5} + \frac{B}{15} + \frac{C}{20} + (30K + 15M + 7N + P) + D$$

(3) தேசிய நெடுஞ்சாலைகள் + மாநில நெடுஞ்சாலைகள் + மாவட்டப் பெருஞ்சாலைகள் :

$$\text{நீளம்} = \frac{1}{5}\left(A + \frac{B}{2} + \frac{C}{3} \right) + (30K + 15M + 7N + 6P + 4Q + 1{\cdot}5R) + D$$

(4) தேசிய நெடுஞ்சாலைகள் + மாநில நெடுஞ்சாலைகள் + மாவட்டப் பெரும் சாலைகள் + மாவட்ட மற்றையச் சாலைகள் :

$$\text{நீளம்} = \frac{3}{10}\left(A + \frac{B}{2} + \frac{C}{3} \right) + \left(30K + 15M + 7N + 6P + 8Q + 2{\cdot}5R + \frac{S}{2} + \frac{T}{5}\right) + D$$

(5) தேசிய நெடுஞ்சாலைகள் + மாநில நெடுஞ்சாலைகள் + மாவட்டப் பெரும் சாலைகள் + மாவட்ட மற்றையச் சாலைகள் + கிராமச் சாலைகள் :

$$\text{நீளம்} = \frac{2}{5}\left(A + \frac{B}{2} + \frac{C}{3} \right) + \left(30K + 15M + 7N + 6P + 8Q + 3{\cdot}7R + S + \frac{T}{2{\cdot}5} + \frac{V}{8}\right) + D$$

இங்கு,

A : வளர்ச்சியடைந்துள்ள பரப்பும், விவசாயம் செய்வதற்கேற்ற பரப்பும், சதுர மைலில்.

B : பாதி வளர்ச்சி பெற்ற பரப்பு, சதுர மைலில்.

C : வளர்ச்சி குன்றிய பரப்பும், பயிர் செய்யப்படாத பரப்பும், சதுரமைலில்.

K : 1,00,000 - மேல் மக்கள்தொகை உள்ள நகரங்களின் எண்ணிக்கை.

M: 50,000 - லிருந்து 1,00,000 வரை மக்கள்தொகை கொண்ட நகரங்களின் எண்ணிக்கை.

N : 20,000 – லிருந்து 50,000 வரை மக்கள்தொகை கொண்ட நகரங்களின் எண்ணிக்கை.

P : 10,000 - லிருந்து 20,000 வரை மக்கள்தொகை கொண்ட நகரங்களின் எண்ணிக்கை.

Q : 5,000 - லிருந்து 10,000 வரை மக்கள்தொகை கொண்ட நகரங்களின் எண்ணிக்கை.

R : 2000 - லிருந்து 5,000 வரை மக்கள்தொகை கொண்ட கிராமங்களின் எண்ணிக்கை.

S : 1000 – லிருந்து 2000 வரை மக்கள்தொகை கொண்ட கிராமங்களின் எண்ணிக்கை.

T : 500 - லிருந்து 1000 வரை மக்கள்தொகை கொண்ட கிராமங்களின் எண்ணிக்கை.

V : 500-க்குக் குறைவான மக்கள்தொகை கொண்ட பகுதிகளின் எண்ணிக்கை.

D : எதிர்காலத்தில் ஏற்படும் வளர்ச்சிக்கும், இதர காரணங்களுக்குமான சரியீடு [5 சதவீதம் என்று கொள்ளப்பட்டது].

நிர்வாகம்

2-13. தேசிய நெடுஞ்சாலைகளின் பராமரிப்புப் பொறுப்பை மத்திய அரசு ஏற்கவேண்டும் என நாகபுரி மாநாட்டில் தீர்மானிக்கப்பட்டது. இதற்கென 'மத்திய அரசு போக்கு வரத்து-தொடர்புத்துறை' அமைச்சகத்தின் கீழ் சாலைத்துறை ஒன்று (Roads wing) துவக்கப்பட்டது. தேசிய நெடுஞ்சாலைகளின் பராமரிப்பிற்கும், வளர்ச்சிக்கும் ஆவன செய்தால், தேசிய நெடுஞ்சாலைகளைப் பார்வையிடுதல், அவற்றை நிர்வகித்தல், தரங்களையும், வகுத்துரைகளையும் (Specifications) கவனித்தல் ஆகியவைகளே மேற்கூறிய சாலைத்துறையின் தலையாய பணிகளாகும்.

2–14. 1950ஆம் ஆண்டிலிருந்து மத்திய அரசின் நேராட்சிக்கு உட்பட்ட பகுதிகளிலுள்ள சாலைகளின் பராமரிப்பிற்கும், வளர்ச்சிக்கும் சாலைத் துறையே பொறுப்பேற்றது. சாலைத் துறையின் பொறுப்பிலுள்ளவை:

(1) தேசிய நெடுஞ்சாலைகள்.

(2) மத்திய அரசின் நேராட்சிக்கு உட்பட்ட பகுதிகளிலுள்ள நெடுஞ்சாலைகள், பாலங்கள்.

(3) திட்டக்குழு (Planning Commission) நிதி ஒதுக்க ஒப்புக் கொண்டுள்ள பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த சாலைகள், மாநில இடைச் சாலைகள்.

(4) மத்திய சாலை நிதி (Central Road Fund).

(5) சாலைகளின் படித்தரங்கள் (Standards); பாலங்களின் படித்தரங்கள்; சாலை ஆராய்ச்சி; பல்வேறு பகுதிகளில் ஏற்படும் சாலைவளர்ச்சியினை ஒருங்கிணைத்தல் போன்றவை.

(6) மத்திய அரசின் நிதி உதவியுடன் நடைபெறும் சாலைகள் கட்டுமான வேலையில் நிர்வாகக் கட்டுப்பாடு செலுத்துதல்.

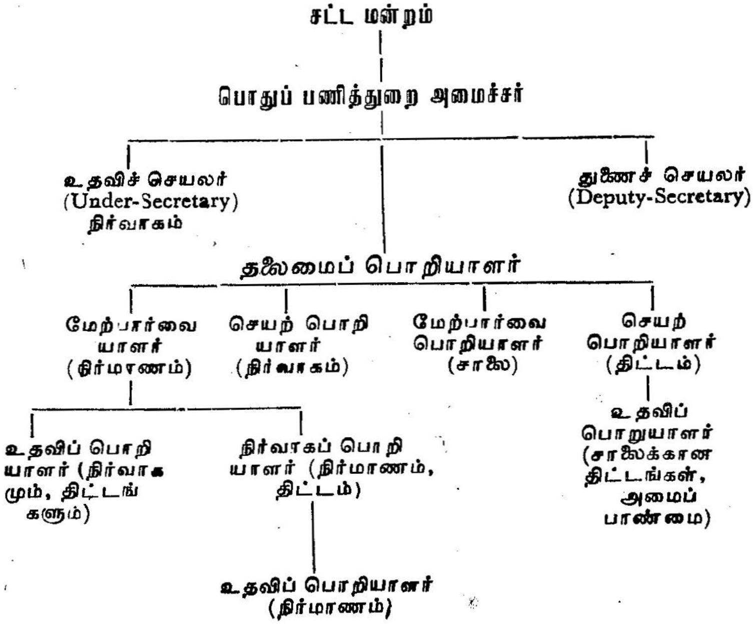
(7) நெடுஞ்சாலைகளைப் பற்றிய புள்ளி விவரங்கள் சேகரித்தல்.

மாநிலங்களின் நிர்வாகம்

2-15. 1947ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் மாதம் முதல்நாள்வரையில் சாலைகளின் வளர்ச்சி, பராமரிப்பு ஆகிய அனைத்தும் மாநிலங்களின் பொறுப்பிலிருந்தன. இதற்குப் பிறகு தேசிய சாலைகள் மத்திய அரசின் பொறுப்பிலும், மாநில நெடுஞ்சாலைகள், மாவட்டச் சாலைகள், கிராமச் சாலைகள் ஆகியவை மாநிலங்களின் பொறுப்பிலும் வந்தன. பல மாநிலங்களில் மாவட்டச் சாலைகளும் கிராமச்சாலைகளும் உள்ளாட்சித் துறையினரின் (Local Bodies) பொறுப்பில் உள்ளன. ஆயினும் தற்போது, சில மாநிலங்களில் உள்ளாட்சித் துறையினருக்குப் போதிய நிதி வசதியின்மையால், அம் மாநில அரசுகளே அவற்றை எடுத்துக் கொள்ள எண்ணியுள்ளன.

2–16. பல மாநிலங்களில் நெடுஞ்சாலைகள் தலைமைப் பொறியாளரின் தலைமையில் இயங்கும் மாநிலப் பொதுப்பணித் துறையின் (State Public Works Department) கீழ் உள்ளன. சென்னை, ஆந்திரம் போன்ற சில மாநிலங்களில் நெடுஞ்சாலைகளைக் கட்டுவதற்கும், பராமரிப்பதற்கும், முன்னேற்றத்திற்கும் பிரத்தியோகமான 'நெடுஞ்சாலைத் துறை' (Highways Department) ஒன்றுள்ளது. தலைமைப் பொறியாளரின் கீழ் மேற்பார்வைப் பொறியாளர்களின் (Superintending Engineers) உள்ளனர். இவர்களது பொறுப்பில் வட்டங்கள் உள்ளன. ஒவ்வொரு வட்டத்தினையும் பல பிரிவுகளாகப் பிரித்து, ஒவ்வொரு பிரிவையும் கோட்டப் பொறியாளர் (Divisional Engineer) அல்லது செயற் பொறியாளர் (Executing Engineer) பொறுப்பில் ஒப்படைத்துள்ளனர். ஒவ்வொரு பிரிவையும் மேலும் சிறு சிறு பிரிவுகளாகப் பிரித்து, ஒவ்வொன்றிற்கும் உதவிப் பொறியாளர்களை (Assistant Engineers) நியமித்துள்ளனர்.

2–17. மாநில நிர்வாக அமைப்பினைக் கீழ்க் காணும் விளக்கப் படம் விவரிக்கின்றது :



2-18. நெடுஞ்சாலை வளர்ச்சிக்கு 'நெடுஞ்சாலைத் துறை' போன்ற தனியமைப்புகள் இன்றியமையாதவை. மாநிலங்களுக்கு இடையே உள்ள சுமுகமான உறவும், ஒத்துழைப்பும் நெடுஞ்சாலை வளர்ச்சிக்கு உறுதுணை புரிகின்றன. பழைய சாலைகளைப் புதுப்பித்தலும். புதிய சாலைகளை அமைத்தலும், அவ்வாறு அமைத்த சாலைகளைப் பராமரித்தலும் சாலை வளர்ச்சிக்கு மிகவும் முக்கியமானவையாகும். சாலை வளர்ச்சிக்கு எல்லா மட்டங்களிலிருந்தும் உழைப்பும், ஒத்துழைப்பும் தங்குத் தடையின்றி வருதல் வேண்டும்.

3. சாலைப் பொருளாதாரம் சில அடிப்படைகள்

3-1. ''பொறியியல் பணி ஒன்றிலோ அல்லது பொறியியல் திட்டம் ஒன்றிலோ செலவிடப்படும் பணத்திற்குண்டான ஆதாயம் நீண்ட கால இடைவெளியில் கிடைத்தல்'' எனப் பொறியியல் பொருளாதாரம் (Engineering Economics) வரையறுக்கப்படுகிறது. நெடுஞ்சாலைப் பொறியியலும் பொறியியற் பணிகளுள் ஒன்றாதலின், அதற்கும் மேற்கூறிய வரையறை பொருந்தும். சாலையொன்றினை அமைப்பதற்கு முன்னர், அந்தச் சாலை இன்றியமையாததா? அச் சாலையினால் எதிர் பார்க்கும் பலன் உண்டா? குறிப்பிட்ட இடத்தில் அமைப்பதற்குப் பதில் அருகிலுள்ள பிறிதோர் இடத்தில் அச் சாலையை அமைத்தால் கூடுதலான பயன் விளையுமா? எவ் வகைச் சாலையினை அமைக்கலாம்? போன்றவற்றினை ஆராய்ந்து அறிதல் அவசியம். இதற்கென சாலைத்திட்டம் முழுமைக்கும் ஏற்ற பல்வேறு அமைப்பாண்மைகளையும் பல்வேறு அமைவிடங்களையும் (locations) ஆராய்ந்து ஒப்புநோக்கி அவற்றில் சிறந்த ஒன்றினைத் தேர்ந்தெடுத்தல் அவசியம். இவ்விதம் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட சாலை குறைந்த செலவில் கட்டப்படக் கூடியதாகவும், நிறைந்த பயன் விளைவிக்கக் கூடியதாகவும் இருக்கவேண்டும்.

சாலைப் பொருளாதாரத்தின் கோட்பாடுகள்

3-2. சாலைப் போக்குவரத்திற்கான செலவும், சாலை அமைப்பதனால் விளையும் பயன்களும் சாலைப் பொருளாதாரத்தின் அடிப்படையான இரு கோட்பாடுகளாகும். இவற்றினைப் பற்றி சற்று விளக்கமாகக் காண்போம்.

(1) சாலைப் போக்குவரத்திற்கான செலவில் கீழ்க் கண்டவை அடங்கும் :

(i) சாலைக்கான செலவுகள்.

(ii) ஊர்திகளுக்கான செலவுகள்.

(2) சாலை அமைப்பதனால் விளையும் பயன் இதன் கண் கீழ்க்கண்டவை அடங்கும்:

(i) போக்குவரத்து நடமாட்டத் தொகுதிக்குக் கிடைக்கும் (Traffic) நன்மைகள்.

(ii) சாலைக்கு அருகிலுள்ள இடங்களுக்கு விளையும் நன்மைகள்.

(iii) பொதுமக்களுக்கு விளையும் நன்மைகள்.

சாலைப் போக்குவரத்துக்கான செலவுகள்

3-3. இதன் கண் சாலைக்கான செலவுகளும், ஊர்திகளுக்கான செலவுகளும் அடங்கும் எனக் கண்டோம். இவையிரண்டினையும் ஆண்டொன்றிற்கு ஆகும் செலவின் அடிப்படையில் மதிப்பீடு செய்கின்றனர். ''சாலையொன்றினைக் கட்டுவதற்கும், பராமரிப்பதற்கும், செயல்படுத்துவதற்கும் ஆகும் செலவுகள் சாலைக்கான செலவுகள்'' என வரையறை செய்யப்பட்டுள்ளது. இதேபோன்று 'ஊர்திகளுக்கான செலவினை ''அந்தச் சாலையில் செல்லும் ஊர்திகளின் இயக்கத்திற்கும், அவற்றை வைத்திருப்பதற்கும் ஆகும் செலவு'' என வரையறுத்துள்ளனர். இவ் விரு செலவினங்களின் கூட்டு மொத்தமே சாலைப் போக்குவரத்துக்கான செலவாகும். இச் சாலைப் போக்குவரத்துக்கான செலவு மிகவும் குறைந்தும், அதே சமயம் போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கு வேண்டிய வசதி, பாதுகாப்பு ஆகியவற்றில் குறையேதுமின்றி அமைந்தும் உள்ள திட்டமே ஆதாயவன்மை மிக்கது என்று கூறலாம். ஆண்டொன்றிற்கு ஆகும் சாலைச் செலவுகளைக் கீழ்க்காணும் முறையில் கண்டு அறியலாம்.

3–4. ஆண்டொன்றிற்கான சாலைச் செலவுகள் : } = முதலீட்டுத் தொகைக்கான ஆண்டு வட்டி + ஆண்டொன்றில் சாலையின் மதிப்பிறக்கம் + ஆண்டொன்றிற்கான சாலைப் பராமரிப்புச் செலவுகள் + ஆண்டொன்றிற்கான நிர்வாக, மற்றும் இதர செலவுகள்.

சாலையொன்றினைக் கட்டுவதற்கான செலவுகள் அனைத்தும் முதலீட்டுத் தொகையில் அடங்கும். இம் முதலீட்டுத் தொகைக்குரிய வட்டியும் ஆண்டொன்றிற்கான சாலைச் செலவில் அடங்கும்.

3–5. சாலை பயனிற்கு வந்தபின் அதன் மதிப்பு ஆண்டு தோறும் குறைகின்றது. இதனை 'ஆண்டு மதிப்பிறக்கம்' (Yearly depreciation) என்பர். சில ஆண்டுகள் கழித்து அச் சாலை, போக்குவரத்துக்குப் பயனற்றதாகிறது. இக் கால இடைவெளியைச் சாலையின் 'ஊழியக்காலம்' (Service Time) எனலாம். இவ் ஊழியக் காலத்திற்குப் பின்னர் அச்சாலைக்கு எஞ்சியுள்ள மதிப்பினை 'எச்ச மதிப்பு' (Salvage Value) என்பர். சாலையின் ஆண்டு மதிப்பிறக்கத்தைக் கீழ்வருமாறு கணக்கிடலாம்: சாலை அமைப்பதற்காகும் மொத்தச் செலவிலிருந்து அதன் எச்ச மதிப்பைக் கழிக்கவேண்டும். இது 'மொத்த மதிப்பிறக்கம்' எனப்படுகிறது. சாலையின் 'ஊழியக்காலம்' தெரிந்தால், இதிலிருந்து சாலையின் 'ஆண்டு மதிப்பிறக்கத்தை' கணக்கிட்டுக் கொள்ளலாம்.

3–6. சாலையை நன்கு பராமரிப்பது இன்றியமையாததாகும். சாலை பயனிலிருக்கும் போது தோன்றும் சிறு, சிறு குறைகளை அவ்வப்போது பழுது பார்த்தல், பல ஆண்டுகளுக்குப்பின் சரிவரப் பயன்படுத்தக்கூடிய நிலையில் சாலை இல்லாதபோது ஏற்படும் பெரும் குறைகளைப் பழுதுபார்த்தல், ஆகியவை சாலை பராமரிப்பின் கண் அடங்கும். இவ்விருவகை பழுதுபார்த்தலும் சாலையின் பாதுகாப்பிற்கும், நற்பயனிற்கும் அவசியமானவையாகும். ஆண்டொன்றிற்கு இவ்விருவகை பழுது பார்த்தலாலும் உண்டாகும் செலவுத் தொகையைக் கண்டறிகின்றனர்.

3–7. சாலை நிர்வாகத்திற்கு எனச் சிலரை நியமிக்க வேண்டுவது அவசியமாகின்றது; சாலை சீரிய முறையில் பயன்படக் காவல்துறையினர் போன்றவர்கள் தேவைப்படுகின்றனர். நிர்வாகத்திற்கெனவும், சீரிய முறையில் சாலையைச் செயல்படுத்துவதற்கெனவும் ஆண்டொன்றிற்கு ஆகும் செலவுகள் கண்டறியப்படுகின்றன. மேற்கண்ட யாவற்றினையும் ஒன்றாகக் கூட்டிக் கிடைக்கும் தொகை 'ஆண்டொன்றிற்கான சாலைச் செலவு' என வழங்கப்பெறுகின்றது.

ஊர்திகளுக்கான செலவுகள்

3–8. பொதுமக்கள் ஊர்திகளை வைத்திருப்பதாலும், அவற்றைப் பயன்படுத்துவதாலும் ஆகும் ஆண்டொன்றிற்கான

செலவை 'ஊர்திகளுக்கான செலவுகள்' என்கிறோம். இதன் கண் கீழ்க்கண்டவைகள் அடங்கும்:

(1) ஊர்திகளின் முதலீட்டிற்காகும் ஆண்டு வட்டித் தொகை.

(2) ஆண்டொன்றிற்கான முதலீட்டில் மதிப்பிறக்கம்.

(3) ஊர்திகளைப் பழுதுபார்த்தலால் உண்டாகும் செலவுகள். அவற்றை நல்ல முறையில வைத்திருப்பதற்கான பராமரிப்புச் செலவுகள்; முழுத் தேர்வாய்விற்கான (Overhauling) செலவுகள்.

(4) ஊர்தி இயக்குநருக்கு ஆண்டொன்றிற்கு ஆகும் செலவுகள்.

(5) ஆண்டொன்றிற்கான அனுமதி ஆணைத்தொகை (Licence fees), இதர வரிகள், காப்புறுதித் தொகை (Insurance Charges) ஆகியவை. ஊர்தி-மைல் என்ற அலகிலோ அல்லது டன்-மைல் என்ற அலகிலோ ஆண்டொன்றிற்கான ஊர்திச் செலவுகளைக் கூறுவது வழக்கம். முந்தைய அலகு பயணிகள் ஊர்திகளுக்கும், பிந்தையது சுமை ஊர்திகளுக்கும் பொருந்தும். முதலில் குறிப்பிட்ட 'ஆண்டொன்றிற்கான சாலைச் செலவு'டன் 'ஊர்திகளுக்கான செலவு'களைக் கூட்டினால் கிடைப்பது 'சாலைப் போக்குவரத்துக்கான' செலவாகும்.

சாலை அமைத்தல், பராமரித்தல் ஆகியவற்றால் விளையும் பயன்கள்

3-9. புதியதாகச் சாலையொன்றினை அமைப்பதனாலோ அல்லது சீரிய முறையில் சாலையொன்றினைப் பராமரிப்பதனாலோ பயணிகள் அனுபவிக்கும் ஆதாயங்கள் பலவாகும்.

(1) நல்ல முறையில் அமைக்கப்பட்ட செம்மையான சாலைத்தளங்களில் செல்வதாலும், சாலையின் நெட்டாங்கு சாய்வு வீதம் (Longitudinal Gradient) குறைவாக அமைக்கப் படுவதாலும் விளையும் வசதிகள், செலவுக் குறைப்பு.

(2) நல்ல சாலைகளில் பயணம் மேற்கொள்வதால் விளையும் நேரக் குறைப்பு.

(3) சாலைகளிலுள்ள சைகைகள் (Signals), அடையாளக் குறிகள் (markings), அறிவிப்புக் குறிகள் (Signs) போன்ற

வற்றல் விளையும் சாலை விபத்துக் குறைப்பு—ஆகிய இவை அவற்றுள் சிலவாம்.

தவிரவும், சாலையொன்றை அமைப்பதால் அதன் அருகிலுள்ள நிலங்கள், சொத்துகள் ஆகியவற்றின் மதிப்பு உயர்கிறது, இஃது அவற்றின் உரிமையாளருக்கு ஏற்படும் ஆதாயமாகும்.

3–10. புதிய சாலையொன்றை அமைப்பதனுலும், அமைத்த சாலையைப் பராமரிப்பதனுலும் பொதுமக்களுக்கும் நன்மைகள் பல உள.

(1) கல்வி நிலையங்கள், மன மகிழ் மன்றங்கள் (Recreation Centres), மருத்துவ மனைகள், அங்காடிகள் ஆகியவற்றிற்கு விரைந்து செல்ல இயலுகிறது.

(2) தபால், தந்தித் துறைகள் திறமையுடனும், விரைந்தும் செயல்படுகின்றன.

(3) உணவுப் பண்டங்களை ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்ல இயலுகிறது.

(4) போர்க் காலத்தில் கிடைக்கும் சிறந்த பாதுகாப்பு.

நெடுஞ்சாலைகளுக்கான நிதி திரட்டுதல் (Financing of Highways)

3-11. நெடுஞ்சாலைகளுக்கான நிதி இரு முறைகளில் திரட்டப்படுகின்றது.

(1) 'பயணம் மேற்கொள்ளும் பொழுதே நிதி கொடுத்தல்' முறை (Pay-as-you-go).

(2) 'கடன் மூலம் நிதி திரட்டல்' (Credit Financing) முறை.

பயணம் மேற்கொள்ளும் பொழுதே நிதி திரட்டுதல்

இம் முறை பெரும்பாலான அரசு நிறுவனங்களால் (Government Agencies) பின்பற்றப்படுகின்றது. "நெடுஞ்சாலைகளினுல் பயன் பெறுவோர் சாலையின் முன்னேற்றத்திற்கென நிதி தரவேண்டும்" என்பதே இம் முறையின் அடிப்படையாகும். நெடுஞ்சாலைகளின் வளர்ச்சியினுலும், முன்னேற்றத்தினுலும் பயனடைவோரிடமிருந்து வரி மூலமாக நிதியெழுப்பு

கின்றனர். 'பயணம் மேற்கொள்ளும் பொழுதே நிதிகொடுத்தல்' முறையில், கீழ்க்காணும் வழிகளில் நிதி பெறப்படுகின்றது.

(1) நெடுஞ்சாலையைப் பயன்படுத்துவோர் செலுத்தும் வரிகள் (Road Users Taxes)

(2) சொத்து வரிகள் (Property Taxes)

(3) பொது வருவாய் நிதிகள் (General Revenue Funds)

(4) வேறுபல வழிகள். எடுத்துக்காட்டு: சுங்கவரி போன்றவை (Tolls)

நெடுஞ்சாலைகள் அமைப்பது அரசின் பொறுப்பாதலால், பொதுமக்களிடமிருந்து மேற்கூறிய வழிகளின் மூலம் நிதி திரட்டுதல் அதன் கடமையாகிறது.

கடன் மூலம் நிதி திரட்டுதல்

3-12. சாலைகளுக்கான நிதி தரட்டுவதில் பின்பற்றப்படும் இரண்டாம் முறை 'கடன் மூலம் நிதி திரட்டுதல்' ஆகும். இம்முறையில் அரசு பணத்தினை கடனாகப் பெற்றுச் சாலைத் திட்டத்தைத் துவக்குகிறது. முதலுக்காகச் செலுத்தப்படும் வட்டியைக் காட்டிலும், அமைக்கப்படும் சாலையினால் அதிக பயன் விளையும் என அரசு கருதும் சமயங்களில் இவ்விரண்டாம் முறையைப் பின்பற்றி நிதி திரட்டலாம். இம் முறையில் சாலையினால் விளையும் நன்மைகளை விரைவில் அடையலாம். மேற்கூறிய இரு முறைகளுள் ஏதேனும் ஒன்றினைச் சூழ்நிலைக்கேற்பப் பின்பற்றி நிதி திரட்டலாம்.

நம் நாட்டில் சாலைகளுக்கான நிதி உதவி

3-13. நெடுஞ்சாலைகள் அமைப்பது அரசின் பொறுப்பு என்று குறிப்பிட்டோம். நம் நாட்டில் சாலைகளின் முக்கியத்துவத்தையும், வகையினையும் பொறுத்து மத்திய அரசோ, மாநில அரசோ அல்லது உள்ளூர் ஆட்சித்துறையோ நிதி உதவி அளிக்கின்றது.

மத்திய அரசிடமிருந்து மட்டுமே நிதி உதவிபெறும் சாலைகள்

3-14. தேசிய நெடுஞ்சாலைகள் அனைத்தின் கட்டுமானத்திற்கும், பராமரிப்பிற்கும், வளர்ச்சிக்கும், அவற்றில் அமைந்துள்ள சிறு பாலங்கள், பெரும்பாலங்கள் ஆகியவற்றின் கட்டுமானத்திற்கும் மத்திய அரசே நிதி உதவி அளித்து வருகிறது.

மத்திய அரசிடமிருந்தும், மாநில அரசிடமிருந்தும் நிதி உதவி பெறும் சாலைகள்

3–15. முக்கியத்துவத்தில் இரண்டாம் நிலையிலுள்ள சாலைகளை நிர்மாணிப்பதற்கும், பராமரிப்பதற்கும் மத்திய அரசு மாநில அரசுகளுக்குக் கீழ்க்கண்ட முறைகளில் நிதி உதவி அளித்து வருகிறது:

(1) மத்திய சாலை நிதியிலிருந்து மத்திய அரசு, மாநில அரசுகளுக்கு நிதி உதவி அளிக்கிறது.

(2) மாநிலங்களுக்கிடையே யுள்ள சாலைகள், மற்றும் பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த சாலைகள் ஆகியவற்றின் நிர்மாண வேலைகளுக்கும், வளர்ச்சிக்கும் தேவையான நிதியைத் திட்டக்குழுவின் (Planning Commission) ஒப்புதலுடன், அளித்தல்.

(3) சாலைகள், பாலங்கள் ஆகியவற்றின் வடிவியல் அமைப்பாண்மைத் தரத்தை உயர்ந்துவதற்கெனவும் நிதி உதவி அளிக்கிறது.

மாநில அரசின் உதவி பெறும் சாலைகள்

3–16. தேசிய நெடுஞ்சாலைகளைத்தவிர மற்றைய எல்லா சாலைகளுக்கும் மாநில அரசு நிதி உதவியளிக்கிறது. இந் நிதி ஆண்டுதோறும் அளிக்கப்படுகிறது.

உள்ளூராட்சியின் உதவி பெறும் சாலைகள்

3–17. உள்ளூராட்சியின் கண்ணே மாவட்ட வாரியங்கள் (District Boards), பஞ்சாயத்துகள், பஞ்சாயத்து ஒன்றியங்கள், நகராட்சிகள் ஆகியவை அடங்கும். இவற்றின் ஆட்சி எல்லைக்குள் (Jurisdiction) உள்ள சாலைகளுக்கு இவை நிதி உதவி அளிக்கின்றன.

4. போக்குவரவு நடமாட்டப் பொறியியல்

(Traffic Engineering)

4-1. சாலைகள், வீதிகள், நெடுஞ்சாலைகள், இவற்றிற்கு அருகிலுள்ள நிலப்பகுதிகள் போன்றவற்றின் அமைப்பிற்கான திட்டங்கள், வடிவியல் அமைப்பாண்மைகள் ஆகியவற்றைப் பற்றிய அறிவியலுக்குப் (Science) 'போக்குவரவு நடமாட்டப் பொறியியல்' என்று பெயர். மக்களையும் பொருள்களையும் பாதுகாப்பாகவும், வசதியாகவும், விரைந்தும், குறைந்த செலவிலும் கொண்டு செல்வதற்குத் தேவையான போக்குவரவு நடமாட்ட இயல் முறைகளும் இதன் கண் அடங்கும்.

வரலாறு

4-2. இந் நூற்றாண்டின் தொடக்க நாள்களில்தான் நடமாட்டப்பொறியியல் வல்லுநர்களின் முக்கியத்துவத்தை உலகம் உணரத் தொடங்கியது. துவக்கத்தில் போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்குத் தேவையான அறிவிப்புக் குறிகள் (Signs), சைகைகள் (Signals) ஆகியவற்றினை எடுத்தாளுவதுடன், நடமாட்டப் பொறியியலின் பணி நின்றுவிட்டது. ஆனால், இன்றைக்கு வீதிகள், நெடுஞ்சாலைகள் ஆகியவற்றினைப் போக்குவரத்து விதிகளுக்கு ஏற்ப அமைப்பதற்கு அவசியமான போக்குவரத்தின் அளவு (Volume), விரைவு, ஊர்திகள் தங்குமிடம், புறப்படுமிடம், சேருமிடம் (Destination), புறப்பட்டுச் சேருமிடத்தை அடைவதற்கு ஆகும் நேரம், சாலையின் ஊழியக் காலம் ஆகிய அனைத்தினையும் ஆய்வு செய்வதும் நடமாட்டப் பொறியியலின் கண்ணே உள.

4-3. போக்குவரவு கட்டுப்பாட்டிற்கு வேண்டிய கருவிகளை அமைப்பதற்கும், அவற்றைச் செயற்படுத்துதற்கும், எவ்வித

மான தேசியப் படித்தரங்களும் (National Standards) அந் நாளில் உருவாக்கப்பட வில்லை. அந்தந்த இடங்களுக்கு ஏற்ப அவை அமைக்கப்பட்டன. இன்று பெரும் நகரங்களிலெல்லாம் நடமாட்டப் பொறியியல் வல்லுநகர்கள் நியமிக்கப்பட்டுள்ளனர். இன்று, நம் நாட்டில் டெல்லி, கல்கத்தா, பம்பாய், சென்னை போன்ற பெரும் நகரங்களிலெல்லாம் போக்குவரவு நடமாட்டத்தில் சிக்கல்கள் பெருகி வருகின்றன. எனவே, நடமாட்டப் பொறியியல் வல்லுநர்களின் துணை கொண்டு அவற்றினைப் போக்கத் தலைப்பட்டுள்ளனர்.

போக்குவரவு நடமாட்டப் பொறியியல்

4-4. இதன் கண் கீழ்க் கண்டவை அடங்கும்:

(1) போக்குவரவு நடமாட்டத் தொகுதியின் இயல்புகள்: இஃது இருவகைப்படும்.

(a) ஊர்திகளின் வரம்பு நிலை (Limitations). (எடுத்துக்காட்டு) : ஊர்திகளின் எடை, அளவு, சக்தி போன்றவை.

(b) மனித வரம்பு நிலை.

(i) உடலைச்சார்ந்த வரம்பு நிலைகள். (எடுத்துக்காட்டு): பார்வை, கேட்கும் திறன், களைப்பு போன்றவை.

(ii) அறிவினைச் சார்ந்த வரம்பு நிலைகள் (Mental Limitations). (எடுத்துக்காட்டு): ஊர்தி ஓட்டுநரின் அறிவுத்திறன், திறமை, அனுபவம் போன்றவை.

(iii) உணர்ச்சிகளைச் சார்ந்த வரம்பு நிலை (Emotional Limitations). (எடுத்துக்காட்டு) : கவனிக்கும் தன்மை, நுணிக்கும் திறன் (Ability to take decision), பொறுமை, விதிகளைப் பின்பற்றும் திறன் போன்றவை.

(2) போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கான செயல் முறைகள்: போக்கு வரவு நடமாட்டம் ஓர் ஒழுங்கிற்கு உட்பட்டு நடைபெற உதவும் அறிவிப்புக் குறிகள் (Signs), அடையாளக் குறிகள் (Markings) ஆகியவை அமைத்தல், போக்குவரத்தினை நெறிப்படுத்துதல் அல்லது ஆற்றுப்படுத்தல் (Channelization) போன்றவை போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்காக மேற்கொள்ளப்படும் செயல் முறைகள் ஆகும்.

(3) போகுவரவு நடமாட்டத்திற்கான திட்டங்கள்: இதில் பெரும் வீதிகளை அமைப்பதற்கான திட்டங்கள் தீட்டுதல்; தங்கிடம் (Parking), முடிவு முனைகள் (Terminals) ஆகியவை அமைத்தல் போன்றவை அடங்கும்.

(4) போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கான வடிவியல் அமைப் பாண்மை: விரைவு வழிகள் (Express ways), வீதிகள், வீதிகள் சந்திக்கும் இடங்கள் (Intersections), வீதிகள் மாறுமிடங்கள் (Interchanges), அங்காடிகள், தங்கிடங்கள் ஆகியவற்றிற்கான அமைப்பாண்மைகளைப் போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கான வடிவியல் அமைப்பாண்மை என்கிறோம்.

(5) போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கான நிர்வாகம்: சாலைப் பொறியியல், சட்டங்களை அமல்படுத்தல், சாலைவிதிகளைப் பற்றி அறிவு புகட்டுதல் — ஆகிய இம் மூன்றினையும் கொண்டதே போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கான நிர்வாகமாகும். ஆங்கிலத்தில் இதனை '3 *Es*' என்பர். '3 *E*s' என்பது 'Engineering, Enforcement and Education' ஆகிய மூன்றினையும் குறிக்கும்.

போக்குவரவு நடமாட்டத்தினைப் பற்றிய ஆய்வுகள்

4-5. போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கான விதிகளை இயற்றுவதற்கும், வீதிகள், நெடுஞ்சாலைகள் ஆகியவற்றை அமைப்பதற்கான திட்டங்கள் தீட்டுவதற்கும் நடமாட்டத்தினைக் குறித்து ஆய்வுகள் பல செய்ய வேண்டும். நமக்கு வேண்டிய தகவலுக்குத் தக்கபடி பின்வரும் ஆய்வுகள் செய்யப்படுகின்றன:

(1) போக்குவரவு நடமாட்டத் தொகுதியின் அளவும் அதன் இயல்பும் குறித்து நடத்தப்பெறும் ஆய்வு.

(2) விரைவு பற்றிய ஆய்வு.

(3) 'விரைவு–தாமதம்' பற்றிய ஆய்வு.

(4) தங்கிடத்தினைப் பற்றிய ஆய்வு.

(5) 'புறப்படுமிடம்-சேருமிடம்' பற்றிய ஆய்வு.

மேற்கண்ட ஆய்வுகளைப் பற்றி சற்று விரிவாகக் காண்போம்.

(1) போக்குவரவு நடமாட்டத் தொகுதியின் அளவும் இயல்பும்

4-6. போக்குவரவு நடமாட்டத் தொகுதியின் அளவினை யும் இயல்பினையும் அறிய பலவிதமான முறைகளும், கருவிகளும் பயன்படுகின்றன. வெவ்வேறு விதமான நேரங்களில், வெவ்வேறு நிலையங்களில் அல்லது இடங்களில் போக்குவரவு அளவு, இயல்பு ஆகியவை கணிக்கப்படுகின்றன. நம்முடைய தேவைக்கேற்ப முறையினையும், கருவிகளையும், நேரத்தினையும், இடத்தினையும் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

(a) தினசராசரி போக்குவரவு நடமாட்ட அளவு (Average Daily Traffic Volume—ADT): இஃது, ஆண்டொன்றில் (365 நாள்கள்) நடைபெறும் போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் ஒரு நாளையச் சராசரி ஆகும். பெருஞ்சாலைகள் அமைப்பதற்கு வேண்டிய திட்டங்கள் தயாரிப்பதற்கும், சாலையின் வளர்ச்சி, நிர்மாணம், புனர் நிர்மாணம் போன்றவற்றிற்கும், விபத்து விகிதத்தைக் கணக்கிடுவதற்கும், சாலைகளைப் பயன்படுத்துவோர் செலுத்த வேண்டிய வருவாயினைக் கண்டறிவதற்கும் தின சராசரி போக்குவரவு நடமாட்ட அளவு பயன்படுகிறது.

(b) ஒரு மணி அளவில் நடைபெறும் போக்குவரவு அளவு (Hourly Volumes): இஃது சாதாரணமாக நகர எல்லைக்குள்ளே தேவைப் படுகின்றது. கீழ்க்கண்ட காரியங்களுக்குப் பயன்படுகிறது:

(i) சாலை, வீதி போன்றவற்றின் ஆற்றல் பற்றுக் குறை யினை நிர்ணயிப்பதற்கும், வடிவியல் அமைப்பாண்மையிலுள்ள குறைகளை நிர்ணயம் செய்வதற்கும் பயன்படுகின்றது.

(ii) சாலையிலுள்ள நெறிப்பிரிவுகளின் அகலம், எண் ணிக்கை ஆகியவற்றைத் தீர்மானிக்க உதவுகின்றது.

(iii) தங்கிடங்களுக்குள்ள தேவையினை அறிவதற்கு உதவுகின்றது.

(iv) போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்குத் தேவையான அறிவிப்புக் குறிகள், சைகைகள், சைகைகளுக்கான நேர முறைகள் (Timings) ஆகியவற்றைத் தீர்மானிக்கப் பயன் படுகின்றது.

(c) திசைப் பகிர்வு (Directional Distribution): ஒரு குறிப் பிட்ட திசையில் நடைபெறும் போக்குவரவு அளவினை அறிதல் சிற்சில. சமயங்களில் அவசியமாகிறது. சான்றாக, வியாபார

முக்கியத்துவம் வாய்ந்த இடமொன்றின் எட்டு நெறிப் பிரிவுகள் கொண்ட சாலையொன்று இருப்பதாகக் கொள்வோம். இதில் காலை வேளைகளில் ஆறு நெறிப்பிரிவுகள் அவ்விடத்தை நோக்கியும், எஞ்சியுள்ள இரண்டினை அவ்விடத்தைவிட்டு வெளியே வருவதாகவும் அமைக்கவேண்டும். மாருக, மாலை நேரங்களில் ஆறு நெறிப் பிரிவுகள் அவ்விடத்தைவிட்டு வெளியே வருவதாகவும், இரண்டு அவ்விடத்தை நோக்கிச் செல்லுமாறு மாற்றியமைத்தல் நலம் பயக்கும். இவ்வாறு திசைப் பகிர்வு செய்வதற்கு, குறிப்பிட்ட திசையில் நடைபெறும் போக்குவரவு நடமாட்ட அளவினைப் பற்றி அறிதல் இன்றியமை யாததாகிறது.

4–7. போக்குவரவு நடமாட்ட அளவினையும், இயல்பினை யும் அறிய நேரடிக் கணிப்பு, தானியங்கிக் கருவிகளினுல் கணித்தல் போன்ற பலமுறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன.

(a) **நேரடிக் கணிப்பு :** பயிற்சி பெற்ற ஆட்களைக் குறிப்பிட்ட இடங்களில் நியமித்து, அவை வழியே செல்லும் பேருந்து வண்டிகள், வாணிப ஊர்திகள் (Commercial Vehicles), டிரக்குகள் (Trucks), கார்கள், மாட்டு வண்டிகள் ஆகியவற் றினைக் குறிக்கச் செய்யலாம். ஊர்திகள் அவ்விடத்தைக் கடக்க எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்தினையும் குறித்தல் நலம். இவ்வாறு செய்வதால் போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் அளவினை மட்டுமல்லாது, அதன் செறிவினையும் (Intensity of Traffic) அறிய இயலுகிறது.

(b) **தானியங்கிக் கருவிகளினுல் கணித்தல் :** பயிற்சி பெற்ற ஆட்களுக்குப் பதிலாகத் தானியங்கிக் கருவிகளின் துணை கொண்டும் போக்குவரவு அளவினை அறியலாம். இவ்வகைத் தானியங்கிக் கருவிகள் இருவகைப்படும்.

(i) நிரந்தரமாகச் செயல்படும் தானியங்கிக் கருவிகள். இவற்றைச் சாலைகளில் நிரந்தரமாகப் பதித்து விடுவர். இவை காந்த சக்தியின் அடிப்படையிலோ, அழுத்தத்தின் அடிப் படையிலோ அன்றி எலக்ட்ரான் அமைப்பினுலோ வேலை செய்கின்றன.

(ii) கொண்டு செல்லத்தக்க பதிவுமானிகள்: சாலையில் நிரந்தரமாகப் பதிக்காமல், ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதோர் இடத் திற்குக் கொண்டு செல்லக்கூடிய சிறிய பதிவுமானிகளை இதற் கெனப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

விரைவுபற்றிய ஆய்வு

4-8. போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் விரைவினை அறிவதால் பல நன்மைகள் உள. அவற்றுள் சில கீழே தரப்பட்டுள்ளன:

(1) போக்குவரவு நடமாட்டம் சீரிய முறையில் நடைபெறுவதற்கு வேண்டிய கட்டுப்பாடுகளைத் திட்டமிடுதல்:

விரைவுப் பகுதிகள் (Speed Zones), போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கான சைகைகள், அறிவிப்புக் குறிகள் போன்றவற்றை அமைப்பதற்குத் தகுந்த இடங்களைத் தேர்ந்தெடுத்தல் இதில் அடங்கும்.

(2) ஊர்திகளது விரைவின் போக்கினை (Speed Trend) நிர்ணயிக்கலாம்.

(3) சாலை விபத்துகளைப் பற்றி ஆய்வு செய்லாம்:

(i) விரைவிற்கும், விபத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு.

(ii) அதிக விபத்துகள் ஏற்படும் இடங்களை ஆராய்தல்.

(4) சாலையின் ஆற்றலை அறிய இயலுகிறது.

(5) வடிவ இயல் அமைப்பாண்மை செய்வதற்குப் பயன்படுகிறது.

4-9. விரைவு பற்றிய ஆய்விற்கான இடங்களும், நேரங்களும்

எல்லாப் பெருஞ்சாலைகளிலும், விபத்துகள் அடிக்கடி நிகழும் இடங்களிலும், சைகைகள், நிறுத்த அறிவிப்புக் குறி (Stop Sign) போன்றவற்றை அமைக்கவிருக்கும் இடங்களிலும், எதிர்காலத் திட்டங்களை உருவாக்க உதவிபுரியும் தகவல்கள் கிடைக்குமிடங்களிலும் விரைவு பற்றிய ஆய்வுகள் நடத்தலாம். இவ் வாய்வுகள் காலை 9 மணியிலிருந்து 12 மணிவரையிலுள்ள கால இடைவெளியில் ஒரு மணி நேரமாவது அல்லது பிற்பகல் 3 மணியிலிருந்து 6 மணி வரையிலுள்ள கால இடைவெளியில் ஒரு மணி நேரமாவது அல்லது இரவு 6 மணியிலிருந்து 10 மணி வரையிலுள்ள கால இடைவெளியில் ஒரு மணி நேரமாவது நடத்தப்பட வேண்டும். தவிரவும், நல்ல இயனிலையில் ஆய்வினை நடத்துதல் நன்று.

4-10. பல வழிகளில் விரைவு பற்றிய ஆய்வு நடத்தப்படுகின்றது.

(a) **நேரடி முறை** (Manual Method) : இம் முறை டெல்லி மத்தியச் சாலை ஆய்வகத்தில் (Central Road Research Institute, Delhi) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இம் முறையில், நிறுத்து கடிகாரத்தின் (Stop Watch) உதவியால் ஊர்திகள் குறிப்பிட்ட இரு இடங்களைக் கடந்து செல்ல எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்தினை அறிகின்றனர். பின்னர் அவ்விரு இடங்களுக்கும் இடையே உள்ள தூரத்தினை, கிடைக்கும் நேரத்தால் வகுத்து ஊர்தியின் விரைவைக் கணிக்கின்றனர்.

(b) **மின் மோட்டார் முறை** (Electric Motor Method): இம் முறையில், ஊர்தி குறிப்பிட்ட இரு இடங்களைக் கடக்கையில் மின் மோட்டார் தொகுப்பின் இரு கணத் தாக்குதல்களை (Impulses) நிகழ்த்துகிறது. இம் மின்மோட்டாரில் மின்னூட்ட முற்ற ஒரு மின்தேக்கி (Charged Condenser) உள்ளது. முதல் கணத் தாக்குதலின்போது மின் நோக்கியில், மின் இறக்கம் ஏற்படுகிறது. இரண்டாம் கணத் தாக்குதலின்போது இம் மின்இறக்கம் நின்றுவிடுகிறது. இவ்விரு தாக்குதலுக்கும் இடையே ஏற்படும் மின் இறக்க மாறுதலிலிருந்து விரைவினைக் கணிக்கலாம்.

(c) **இடையீடுள்ள புகைப்பட முறை** (Spaced Photographic Method): சலனப்படம் எடுக்கும் புகைப்படக் கருவியின் உதவியால் போக்குவரவு நடமாட்டத்தினைப் படம் எடுக்கின்றனர். இப் புகைப்படத்திலிருந்து போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் விரைவினை அறியலாம். இம் மூன்று முறைகளைத் தவிர வேறு பலவழிகளிலும் விரைவினைக் குறித்து ஆய்வுகள் செய்யலாம்.

(3) 'விரைவு—தாமதம்' பற்றிய ஆய்வு

4-11. 'விரைவு—தாமதம்' பற்றிய ஆய்வு பல காரணங்களுக்காகச் செய்யப்படுகின்றது. அவற்றுள் சிலவற்றை இங்கே காண்போம்:

(a) பயணம் செய்வதற்குத் தேவையான பயண நேரம் சாலையின் செயல்திறனைக் குறிக்கின்றது. இப் பயண நேரம் என்பது ஊர்தி ஒன்று புறப்பட்டு, சேருமிடத்தை அடைவதற்காகும் மொத்த நேரத்தினைக் குறிக்கும். இதன் கண் ஊர்தியின் 'விரைவு—தாமதம்' ஆகியதும் அடங்கும். எனவே, 'விரைவு—தாமதம்' பற்றிய ஆய்வின் மூலம் மறைமுகமாகச் சாலையின் செயல் திறனை அறிய முடிகிறது.

(b) இவ் வாய்வினுல் கால தாமதத்திற்கான காரணங்கள். எந்தெந்த இடங்களில் அவை நேரிடுகின்றன, எவ்வளவு நேரம் காலதாமதமாகின்றது போன்றவற்றினை அறிந்து கொள்ள முடிகிறது. போக்குவரவு நெரிசலைத் தவிர்க்க இவை பெரிதும் உதவுகின்றன.

(c) பயண நேரத்தின் அடிப்படையில்தான் போக்கு வரவு நடமாட்டத்திற்கான புது வசதிகள் செயல்படுகின்றன.

(d) இவ் வாய்வின் மூலம், போக்கு வரவு நடமாட்டத் திற்கான கட்டுப்பாடுகளில் மாற்றம், சைகைகளின் நேர மாற்றம், தங்கிடங்களில் மாற்றம் போன்ற புதிய மாற்றங்கள் செய்யப்பட்டிருப்பின், அவற்றின் செயல்திறனையும் அறியலாம்.

4–12. ஊர்திகள் பல காரணங்களினுல் காலதாமதமாகச் செல்லக்கூடும். பொதுவாகக் காலதாமதத்திற்கானகாரணங்கள் இருவகைப்படும். அவற்றினை 'மாருத் தாமதம்' (Fixed Delay) என்றும், 'இயக்கத் தாமதம்' (Operational Delay) என்றும் கூறுவர்.

(1) மாருத் தாமதம்

சாலையொன்றில் உள்ள போக்குவாவு நடமாட்டத் தொகுதியின் அளவு, இயல்பு, குறுக்கீடுகள் போன்றவற்ருல் நிகழாமல் பிற காரணங்களினுல் நிகழும் தாமதத்திற்கு 'மாருத் தாமதம்' என்று பெயர். சைகைகளினுலும், நிறுத்த-சைகை களினுலும், மட்டக் கடவுகளின் (Level Crossings) குறுக்கீடு களாலும் இன்ன பிற காரணங்களினுலும் மாருத்-தாமதம் நிகழ் கிறது. சாலையொன்றில் ஒரே ஓர் ஊர்தி இருப்பினும், இத் தாமதம் ஏற்படும்.

(2) இயக்கத் தாமதம்

போக்குவரவு நடமாட்டத் தொகுதியில் உள்ள மற்ற ஊர்தி களினுல் இயக்கத் தாமதம் ஏற்படுகின்றது. சாலையொன்றில் மிகக் குறைந்த போக்குவரவு நடமாட்ட முள்ளபோது பயணம் மேற்கொளளுவதால் உண்டாகும் பயண நேரத்திற்கும், மிக அதிக நடமாட்டமுள்ள போது பயணம் மேற்கொள்ளுவதால் உண்டாகும் பயண நேரத்திற்கும் உள்ள வித்தியாசம் இயக்கத் தாமதம் எனப்படுகிறது.

4-13. விரைவினைப் பாதிக்கும் காரணக் கூறுகள்: போக்கு வரவு நடமாட்டத்தின் விரைவினை முக்கியமாக மூன்று காரணக் கூறுகள் பாதிக்கின்றன. அவையாவன:

(1) சாலையினது இயற்பியல் கூறுகள் (Physical): சாலையின் வளைவு வீதம் (Curvature), சரிவு (Grade), பார்வைத் தூரம் (Sight Distance), சாலைக் குறுக்கீடுகளின் நிகழ்வு எண் அல்லது குறுக்கிடும் சாலைகளின் எண்ணிக்கை (Frequency of Intersections), சாலைத் தளத்தின் நிலைமை, சாலையின் இரு பக்கங்களினது வளர்ச்சி ஆகியவை இதில் அடங்கும்.

(2) சுற்றுப்புற சூழ்நிலைக் காரணக் கூறுகள் (Environmental) : ஓட்டுநரின் இயல்பு, பயணம் செய்யும் பொழுது (Time of Day), வான்நிலை, காட்சிநிலை (Visibility), விரைவு வரம்புகள் (Speed Limits), பயணம் செய்யும் நிலப்பரப்பின் தன்மை ஆகியவை இதன் கண் உள்ளன.

(3) நடமாட்டத்தினால் விளையும் காரணக் கூறுகள்: இவை சாலையில் நடைபெறும் போக்குவரத்து நடமாட்டத்தால் விளைகின்றன. (எடுத்துக்காட்டு): பாதசாரிகள், போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் அளவு, ஊர்திகள் திரும்புதல் போன்றவை.

(4) தங்கிடங்களுக்கான ஆய்வு (Parking Studies)

4-14. தற்போதுள்ள தங்கிடங்களின் பயன், அவற்றின் கொள்ளளவு, அகநகரில் (Down Town) உள்ள நெரிசலை நிர்ணயித்தல், எதிர்கால வளர்ச்சிக்குரிய திட்டங்கள் தயாரித்தல் ஆகியவற்றிற்கு இவ் வாய்வு பயன்படுகின்றது. தங்கிடங்களுக்கான ஆய்வினால் கீழ்க்காணும் தகவல்களைச் சேகரிக்கலாம்:

(1) தங்கிடங்களுக்குள்ள உடனடித் தேவையின் அளவு.

(2) ஒவ்வொரு பகுதியிலுள்ள தங்கிடங்களின் அளவு, அவை தேவைக்கு அதிகமாக உள்ளதா அல்லது குறைவாக உள்ளதா என அறிதல்.

(3) தங்கிடங்கள் பயன்தரும் அளவு.

(4) பொதி ஏற்றும் இடங்கள், வாடகைக்கார் நிலையம் (Taxi Stand) ஆகியவற்றின் பயன்.

(5) தங்கிடம் கிடைப்பின் அதற்கு ஏற்படும் தேவையின் மதிப்பீடு. இத் தகவல்களிலிருந்து தங்கிடங்களை அமைப்பதற்குத் தேவையான விவரங்களைப் பெற இயலும்.

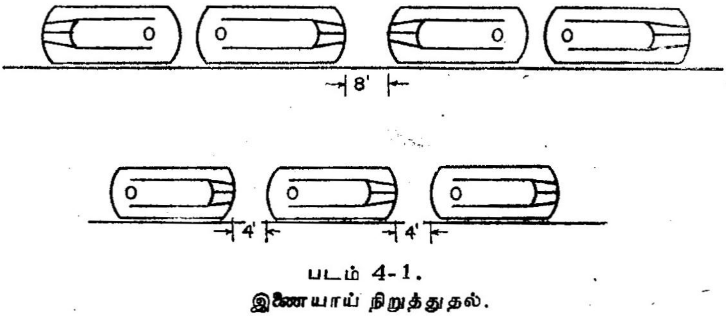
மருங்கு—தங்கிடங்கள் (Kerb Parking)

4-15. போக்குவரவு நடமாட்டம் நடைபெறுவதற்கும், பல்வேறு இடங்களை இணைப்பதற்கும் சாலைகள் பயன்படுவதுடன், அகநகரிலுள்ள முக்கியமான வீதிகளில் ஊர்திகள் சிறிது நேரம் தங்கி நிற்கவும், புறநகரில் (Outskirts) நீண்ட நேரம் தங்கி நிற்கவும் அவை பயன்படவேண்டும். இவ்வாறு சாலைகளில் ஊர்திகள் தங்கி நிற்கும் இடங்கள் 'தங்கிடங்கள்' எனப்படுகின்றன. சாலையின் மருங்குகளில் இத் தங்கிடங்கள் அமைக்கப்பட்டிருப்பின், அவை 'மருங்கு தங்கிடங்கள்' எனப் படுகின்றன.

4-16. தங்கிடங்களுக்கென வீதிகளில் இட ஒதுக்கீடுசெய்து ஆங்கு அடையாளக் குறியிடுதல் வேண்டும். தங்கிடங்களில் ஊர்திகளை வெவ்வேறு விதங்களில் நிறுத்தி வைக்கலாம். அவையாவன :

(a) **இணையாய் நிறுத்துதல்** (Parallel Parking)

இம் முறையில் சாலையின் மையக்கோட்டிற்கு இணையாக ஊர்திகள் நிறுத்தி வைக்கப்படுகின்றன. இவ் விதமாக நிறுத்தி வைக்கப்படும் ஊர்திகளுக்கு இடையே சிறிது இடைவெளி இருத்தல் வேண்டும். இதனைப் படம் 4–1. விளக்குகிறது.



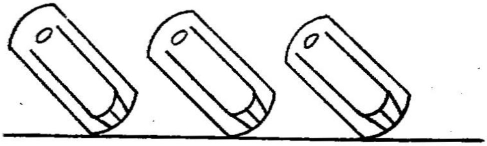
படம் 4-1.
இணையாய் நிறுத்துதல்.

படத்தில் காணப்படுகின்றவாறு இரு முறைகளிலும் ஊர்திகளை இணையாய் நிறுத்தலாம். இவ்விரு முறைகளும் பாதுகாப்பானவை. சாலையின் பயனை இம்முறை எவ்விதத்திலும் குறைப்பதில்லை.

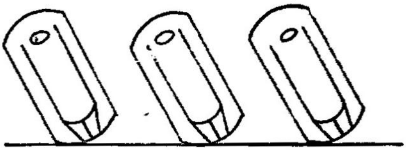
(b) **கோணத்தில் நிறுத்துதல்** (Angle Parking)

இணையாய் நிறுத்துதலைக் காட்டிலும் இம் முறை எளிதானது. தவிரவும் கோணத்தில் நிறுத்தும் முறை அதிக இடவசதி

அளிக்கிறது. கோணத்தில் நிறுத்தும் முறையில் விரைவாகவும், எளிதாகவும் ஊர்திகளை நிறுத்தலாம். எனினும், இம் முறையில்



(a)



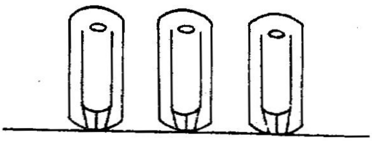
(b)

படம் 4-2.
(a) 45° கோணத்தில் நிறுத்துதல்.
(b) 60° கோணத்தில் நிறுத்துதல்.

சாலையின் அகலத்தில் கணிசமான பகுதி ஊர்திகள் நிறுத்துவதற்குத் தேவைப்படுகிறது. ஆகவே, போக்குவரவு நடமாட்டத்தினைக் காட்டிலும் ஊர்திகள் தங்கிடமே முக்கியமாக விளங்கக்கூடிய வாணிப வீதிகள் போன்ற இடங்களில் மட்டுமே இம் முறை பெரிதும் பயன்படுகின்றது.

(c) செங்கோணத்தில் நிறுத்துதல் (Right–Angled Parking)

மிகவும் சரிவான பகுதிகளில் மட்டுமே இம் முறை பின்பற்றப்படுகின்றது. மக்கள் வதியும் வீதிகளில் இம் முறையைக் கடைபிடிக்கலாமே ஒழிய, முற்றூடான வீதிகளில் (Through Street) இம் முறையைப் பயன்படுத்தக்கூடாது



படம் 4-3.
செங்கோணத்தில் நிறுத்துதல்

தங்கிடங்கள் அமைக்கக் கூடாத பகுதிகள்

4–16. கீழ்க்காணும் பகுதிகளில் தங்கிடங்கள் அமைத்தல் கூடாது:

(i) நடை பாதைகள்.

(ii) நுழைவு வாயில்கள்,

(iii) நீரிய தீ அணைப்பி (Fire Hydrant) உள்ள இடங்களிலிருந்து 15′ தூரம் வரை.

(iv) நெடுஞ்சாலையில் அமைந்துள்ள பாலங்களின் மேற்புறம்; சுரங்கம் (Tunnel) உள்ள இடங்களுக்கு மேல்புறம்.

(v) வீதியைக் குறுக்காகக் கடக்க உதவும் 'குறுக்குக் கடவுகள்' (Cross - Walks). தவிரவும், குறுக்குக் கடவுகளிலிருந்து 20 அடி வரையிலும், நிறுத்தக் குறி, எச்சரிக்கைக் குறி ஆகியவற்றிலிருந்து 30 அடி வரையிலும் தங்கிடங்களை அமைக்கக் கூடாது. 25 அடி அகலமும், அதற்குக் குறைவான அகலமும் கொண்ட சாலைகளில் தங்கிடம் அமைத்தல் கூடாது. 25 அடி முதல் 30 அடிவரை அகலமுள்ள சாலைகளில் ஒரு மருங்கில் மட்டுமே தங்கிடம் இருக்க அனுமதிக்க வேண்டும். இயன்றவரையில் மிக அதிக போக்குவரவு நடைபெறக் கூடிய உச்ச நேரங்களில் (Peak Hours) ஊர்திகளை நிறுத்திவைக்க அனுமதிக்கக் கூடாது.

(5) சாலை ஊழியக் காலம் பற்றிய ஆய்வு

4-17. சாலையொன்றினைக் கட்டி முடித்த காலத்திலிருந்து போக்குவரவிற்கு அச் சாலை பயன்படாது என்று நெடுஞ்சாலைத் தொகுதியிலிருந்து அச் சாலை ஒதுக்கப்படும் வரையிலுள்ள இடைக்காலம் 'சாலையின் ஊழியக்காலம்' என வரையறுக்கப் பட்டுள்ளது.

வெவ்வேறு வகை நெடுஞ்சாலைத் தளங்களின் (Pavements) ஊழியக்காலத்தை அறிந்துகொள்ளவும், சாலையைக் கட்டுவதற்கு ஆகும் செலவு, பராமரிப்புச் செலவு, போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கான பணிகள், சாலை பயனற்றுப்போனபின் அதன் எச்ச மதிப்பு ஆகியவற்றை அறிந்துகொள்ளவும் சாலையின் ஊழியக்கால ஆய்வு உதவுகின்றது. மேற்கண்ட தகவல்களின் அடிப்படையில் சாலையின் மொத்த வருவாயினைக் கணிக்க முடியும்.

4-18. ஊழியக்கால ஆய்விற்கென வெவ்வேறு நிறுவனங்கள் வெவ்வேறு வகையாகச் சாலைகளைப் பிரிக்கின்றனர். எடுத்துக்காட்டாக, அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டிலுள்ள கலிஃபோர்னியாவில் பின்கண்ட வகைகளில் சாலைகளைப் பிரித்துள்ளனர்;

(1) மண் சாலைகள் (Earth Roads).

(2) கப்பிச் சாலைகள் (Gravel Roads).

(3) நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களால் பதனப்படுத்தப்பட்ட மேற்பரப்புச் சாலைகள் (Bituminous Surface Treated Roads).

(4) நிலக்கீல் கலவைச்சாலைகள் (Mixed Bituminous Roads).

(5) நிலக்கீல் ஊடுருவுச் சாலைகள் (Bituminous Penetration Roads).

(6) நிலக்கீல் கான்கிரீட் சாலைகள் (Bituminous Concrete Roads).

(7) போர்ட்லண்ட் சிமெண்ட் கான்கிரீட் சாலைகள் (Portland Cement Concrete Roads).

சாலைத்தளம் சீரழியப் பல காரணங்கள் உள்ளன. மண்ணின் நிலைமை நன்கு இல்லாவிடினும், தட்பவெப்ப நிலைமையில் மாறுதல் கணிசமாக இருப்பினும், கட்டுமான முறையில் வகுத்துரையின்படி இல்லாவிடினும், சாலைத்தளம் சீரழிந்து விடுகின்றது.

4-19. அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டிலுள்ள சாலைகளின் ஊழியக் கால அட்டவணை கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 4-1.

சாலைவகை	கால அளவு
(1) மண் சாலைகள்	2 ஆண்டுகள்
(2) கப்பிச் சாலைகள்	5 ஆண்டுகள்
(3) நிலக்கீலால் பதனப்படுத்தப்பட்ட மேற் பரப்புச் சாலைகள்	10 ஆண்டுகள்
(4) நிலக்கீல் கலவைச் சாலைகள்	12 ஆண்டுகள்
(5) நிலக்கீல் ஊடுருவுச் சாலைகள்	14½ ஆண்டுகள்
(6) நிலக்கீல் கான்கிரீட் சாலைகள்	18½ ஆண்டுகள்
(7) போர்ட்லண்ட் சிமெண்ட் கான்கிரீட் சாலைகள்	28 ஆண்டுகள்

நம் நாட்டில் சாலை ஊழியக்காலம் பற்றிய ஆய்வுகள் சரிவர நடத்தப்படவில்லை.

(6) சாலை விபத்துகளைப்பற்றிய ஆய்வுகள்

4-20. கடந்த சில ஆண்டுகளாக இந்தியாவில் சாலை விபத்துகள் அதிகரித்து வருகின்றன. விரைந்து செல்லும் ஊர்திகள் பெருகிய அளவிற்கு ஏற்ப சாலைகளின் செயல் திறனோ, மற்ற நிலைமைகளோ வளர்ச்சி பெறவில்லை என்பது தான் இதற்கான முக்கிய காரணமாகும். இதைத்தவிர, நெடுஞ்சாலையில் விபத்துகள் நடைபெருமல் இருப்பதற்கு ஊர்தி ஓட்டுநர்கள், பாதசாரிகள் ஆகிய அனைவரும் விழிப் புடனும், ஒற்றுமை உணர்வுடனும் செயலாற்ற வேண்டுவது இன்றியமையாததாகிறது.

விபத்துகளைப்பற்றிய பதிவுகளும், புள்ளி விவரங்களும்

4-21. இயங்கிக்கொண்டிருக்கும் மோட்டார் ஊர்தி ஒன்று சம்பந்தப்பட்ட எந்த விபத்தும் 'மோட்டார்—ஊர்தி விபத்து' (Motor – Vehicle Accident) என வரையறுக்கப்படுகிறது. மோட்டார் ஊர்தி விபத்துகளுக்கான காரணங்கள் பலவாகும். ஏற்கெனவே விபத்தொன்று நடைபெற்றபோது இருந்த சூழ்நிலையைப் போன்ற நிலைமை உருவாகும் சமயங்களில், திரும்பவும் அதே விதத்தில் விபத்துகள் நேர வாய்ப்பு உண்டு. எனவே, விபத்துகள் நேரிடும்போது இருந்த சூழ்நிலை களைப் பற்றிய தகவல்களைச் சேகரித்தால், அவற்றிலிருந்து விபத்துகள் திரும்ப நேராவண்ணம் முன்னேற்பாடுகள் செய்ய இயலும். இத் தகவல்களில் விபத்து நேரிட்ட சரியான இடம், ஊர்தியின் வேகம், ஊர்தி சென்ற பாதை, விபத்து நடந்த இடத்திலிருந்த ஒளி, இயனிலை, சாலை நிலைமைகள், ஓட்டுநர் நிலைமைகள், ஊர்தி நிலைமைகள் போன்றவை இடம் பெற்றி ருக்கவேண்டும். இவ்வாருன தகவல்களை விருப்பு, வெறுப்பு இன்றி விழிப்புடன் சேகரிக்க வேண்டும். இத் துறை நிபுணர்கள் மட்டுமே இத் தகவல்களின் அடிப்படையில் முடிவெடுக்க வேண்டுமே அல்லாது மற்றையோர் முடிவு எடுத்தல் ஆபத்தில் முடியும்.

4–21. சாலைகளில் ஏற்படும் விபத்துகளை விவரமாக ஆய்வ தெற்கென 'மோதல் - விளக்க வரைபடம்' (Collision Diagram), 'நிலைமை - விளக்க வரைபடம்' (Condition Diagram) ஆகிய விளக்க வரைபடங்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. ஆய்வு காலத் தினுள் ஏற்படுகின்ற எல்லா விபத்துகளையும் உருவ வரைப்

படங்களாகக் (Schematically) காண்பிக்கும் வரைபடத்தினை 'மோதல் - விளக்க வரைபடம்' என்கிறோம். குறிப்பிட்ட இடத்தின் நிலவரைப்படத்தினை (Plan) 'நிலைமை - விளக்க வரைபடம்' என்கிறோம். வேண்டிய தகவல்கள் அனைத்தினையும் இவ்விரு விளக்கப்படங்கள் மூலமே அறிந்துகொள்ளலாம். இத் தகவல்களைத் தெரிந்து கொண்டபின், குறிப்பிட்ட அவ்விடத்தில் விபத்துகள் நேராவண்ணம் பாதுகாப்பு அளிக்க அறிவிப்புக்குறிகள், சைகைகள், சாலைத்திட்டுகள் போன்றவற்றை அமைக்கலாம்.

விபத்துகளுக்கான காரணங்கள்

4-22. விபத்துகள் கீழ்க்காணும் காரணக் கூறுகளில் ஒன்றுலோ அல்லது பலவற்றுலோ நேரலாம்:

(1) குடிபோதையில் ஊர்தியினை ஓட்டுதல்.

(2) சாலைகளைப் பயன்படுத்தும் மற்றவர்களைப் பற்றி கவலைபடாமல், ஊர்தியினை அபாயகரமாக ஓட்டுதல்.

(3) அதிவிரைவாக ஊர்தியை ஓட்டுதல்.

(4) சைகைகள், அறிவிப்புக் குறிகள் ஆகியவற்றைக் கவனிக்காமல் செல்லுதல்.

(5) அக்கறையின்றி பாதைகளில் செல்லுதல். (எடுத்துக்காட்டு): சாலையில் தவறுன பக்கத்தில் நடத்தல்.

(6) சாலையின் மத்தியில் நின்றுகொண்டு வேடிக்கைப் பார்த்தல்.

(7) இயங்கும் ஊர்திகளைப் பற்றிய சிந்தனையே இல்லாமல் சாலையினைக் கடத்தல்.

(8) குழந்தைகள் வீதிகளில் விளையாடுதல்.

(9) போக்கு வரவு நடமாட்டத்திற்கு இடையூறு விளைவிக்கும் தடைகள். (எடுத்துக்காட்டுகள்): கால்நடைகளை மேயவிடுதல், குறுக்கும் நெடுக்கும் செல்லவிடுதல்.

(10) தவறுன இடங்களில் ஊர்தியை நிறுத்துதல்.

(11) போதிய அளவு பார்வைத்தூரம் (Sight Distance) இல்லாமை, குறுகலான வீதிகள், அபாயம் நிறைந்த

விளைவுகள்போன்ற வடிவ இயல் அமைப்பாண்மைக் குறை பாடுகள்.

(12) மெல்லச் செல்லும் ஊர்திகள் விரைந்து செல்ப வற்றின் பாதையில் குறுக்கிடுதல்.

(13) போதிய வீதி விளக்குகள் இல்லாமை.

(14) ஊர்தியின் பொறிகளில் உள்ள குறைபாடுகள் (எடுத்துக்காட்டு): தடுப்புப் பொறியின் (Brake) குறைகள்.

விபத்துக்கள் நேராவண்ணம் தடுக்கும் முறைகள்

4-23. விபத்துகளின் இயல்பிற்கேற்ப பரிகாரங்களும் வேறுபடுகின்றன. எனினும், கீழ்க்காணும் பரிகாரங்கள் விபத்துகள் பெருமளவு நேராவண்ணம் உதவுகின்றன:

(1) ஓட்டுநருக்குப் பயிற்சியும், சாலை நடமாட்டத்தினைப் பற்றிய அறிவும் அளித்தல்.

எல்லாவிதமான சாலைகளிலும், [(எடுத்துக்காட்டுகள்): மண் சாலை, கப்பிச்சாலை, சிமெண்ட் கான்கிரீட் சாலை], எல்லாவித மான பகுதிகளிலும் [(எடுத்துக்காட்டுகள்): மணற்பாங்கான பகுதி, மலைப்பாங்கான பகுதி], எல்லாவிதமான இயனிலை களிலும், எல்லாவிதமான ஊர்திகளின் மத்தியிலும் [(எடுத்துக் காட்டுகள்): கைவண்டி, மாட்டுவண்டி, மிதிவண்டி] தமது ஊர்தியை ஓட்டவேண்டிய நிலையில் நம் நாட்டு ஓட்டுநர்கள் உள்ளனர். எனவே, ஓட்டுநருக்குத் தக்க முறையில் பயிற்சி அளித்தல் இன்றியமையாததாகிறது. ஊர்தியை ஓட்ட அனுமதி ஆணை (License) வழங்கு முன்னர், ஓட்டுநரால் எல்லாவித நிலைமை களிலும் ஊர்தியினைச் சரிவர ஓட்ட இயலுகின்றதா என்பதைச் சோதிக்கவேண்டும். இதைத் தவிர, மோட்டார் ஊர்திச் சட்டம் (Motor-Vehicle Law) அறிவிப்புக் குறிகள், சைகைகள், அடையாளக் குறிகள் ஆகியவற்றினைப் பற்றிப் போதிய அளவு அறிவு ஓட்டுநருக்கு உள்ளதா என்பதனைத் தேர்வு ஒன்றின் மூலம் அறிதல் அவசியமாகிறது. மேலும், ஓட்டுநர் ஆரோக் கியத்துடனும், உடற் கூறுகளில் கோளாறு ஏதுமின்றியும் இருத்தல் வேண்டும். ஓட்டுநரின் கண்பார்வை நல்லமுறையில் இருக்கவேண்டும். எனவே, ஓட்டுநருக்கு வைத்திய சோதனை நடத்துதல் முக்கியமானதாகும். ஓட்டுநரின் பொறுப்புகளையும், விழிப்புடனும் பாதுகாப்புடனும் ஊர்தியைச் செலுத்த வேண்டியதன் அவசியத்தினைப் பற்றியும் அவருக்கு எடுத்துக்

கூறவேண்டும். இதற்கென ஓட்டுநர் பள்ளிகளைத் தொடங்கி நடத்த அரசு முன்வரவேண்டும்.

(2) சாலைவழியின் அமைப்பாண்மை (Roadway Design) : சாலை வடிவியல் அமைப்பாண்மையிலுள்ள குறைபாடுகளால் சிலவகை விபத்துகள் நேரிடுகின்றன என்பதை ஆய்வுகள் நமக்கு அறிவிக்கின்றன. சாலையின் வளைவு வீதம் (Curvature) மேல்வாட்ட வளைவு (Camber), பார்வைத் தூரம் (Sight Distance) ஆகிய வடிவில் குறைபாடுகள் சாலை விபத்திற்கு வழிவகுக்கின்றன. போக்குவரவு நடமாட்டம் பெருமளவு உள்ள இடங்களில், அவற்றின் வகைக் கேற்பப் பிரித்து வெவ்வேறு பாதைகளில் செலுத்துவதன் மூலம் விபத்துகளைப் பெருமளவு குறைக்கலாம்.

(3) ஊர்திகளைச் சரிவரப் பராமரித்தல் : விபத்துகளில் கணிசமான அளவு ஊர்திகளைச் சரிவர பராமரிக்காமையால் ஏற்படுகின்றன. ஊர்திகளின் இயக்கப் பொறித் தொகுதி (Steering System), தடுப்புப் பொறித் தொகுதி (Braking System), விளக்குகள் (Lights) ஆகிய மூன்றினையும் சரிபார்த்துக் கொள்வதன் மூலம் விபத்துகள் பெருமளவு நேராவண்ணம் பார்த்துக்கொள்ளலாம்.

(4) சாலை விதிகளைப் பற்றிய அறிவினைப் புகட்டுதல்: சாலை விதிகளைக் கடைப்பிடிக்கச் செய்தல் (Education and Enforcement): பொதுமக்களுக்குச் சாலை விதிகளைப் பற்றிக் கல்வி புகட்டி அவற்றினைக் கடைப்பிடிக்கச் செய்வதால் சிறந்த பலன் விளைகின்றது என்ற உண்மையினை மேனாடுகளின் வாயிலாக அறிகிறோம். சாலையில் தக்க முறையில் நடந்து கொள்வதற்கும் (Road Behaviour), பாதுகாப்பிற்கு ஊறு நேராவண்ணம் ஊர்தியினைச் செலுத்துவதற்கும் வேண்டிய மனப்பாங்கினை மக்களிடம் வளர்க்க வேண்டும். சாலையில் தக்க முறையில் நடந்து கொள்வதன் அவசியத்தைப் பற்றி நம் நாட்டிலுள்ள பெரும்பாலான மக்களுக்கு எடுத்துக் கூறுவது இன்றியமையாத ஒன்றாகும். இதற்கென பம்பாய் மாநிலத்திலுள்ள பள்ளிகளில் சிறுவர், சிறுமியர்களுக்குப் போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் விதிகளையும், ஒழுங்கு முறைகளையும் கற்றுத் தருகின்றனர். எல்லா வயதினருக்கும் சாலை விதிகளையும், ஒழுங்கு முறைகளைப் பற்றிய கல்வியையும் புகட்டத் தனி வகுப்புகள் நடத்தவேண்டும். தவிரவும், திரைப் படங்கள் மூலமாக இவற்றினை மக்களுக்கு எடுத்துக் கூறுதல் சிறந்த பயனை விளைவிக்கும்.

மேற்கூறிய ஆய்வுகளைத் தவிர, 'புறப்படுமிடம் சேருமிடம்' பற்றிய ஆய்வும் நடமாட்டப் பொறியியலின் கண் உள்ளது. இனி, போக்குவரவு நடமாட்டம் செம்மையாள முறையில் நடைபெற உதவும் சில அமைப்புகளைப் பற்றிக் காண்போம்.

சாலைப் போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கான அறிவிப்புக் குறிகள் (Signs), அடையாளக் குறிகள் (Markings)

அறிவிப்புக் குறிகள்

4-24. போக்குவரவு நடமாட்டத்தினை ஒழுங்கு படுத்தவும், எச்சரிக்கவும், வழிகாட்டவும் தேவையான தகவல்களை வார்த்தைகள் மூலமாகவோ அல்லது சங்கேதக் குறிகள் (Symbols) மூலமாகவோ அறிவிக்கும் சாதனத்திற்கு அறிவிப்புக் குறி என்று பெயர். இது குறிப்பிட்டதோர் இடத்தில் பொருத்தப்பட்டோ அல்லது பிற இடங்களுக்குக் கொண்டு செல்லத்தக்க விதத்திலோ அமைந்திருக்கும். குறிப்பிட்ட சில போக்குவரவு ஒழுங்குமுறைக் கட்டுப்பாடு உள்ள மருத்துவ மனை, பள்ளி போன்ற இடங்களிலும், அசாதாரணமான நிலைமைகள் உள்ள பகுதிகளிலும், போக்குவரத்திற்கு இடையூறு அளிக்கும் பகுதிகளிலும், அறிவிப்புக் குறிகளை அமைக்க வேண்டும்.

4-25. இந்திய மோட்டார் ஊர்திகள் சட்டப்படி அறிவிப்புக் குறிகளை மூன்றுவகையாகப் பிரிக்கலாம்.

(1) **ஆணைக் குறிகள்** (Mandatory Signs): தடுத்து ஆணையிடும் அறிவிப்புக் குறிகள் இதில் அடங்கும்.

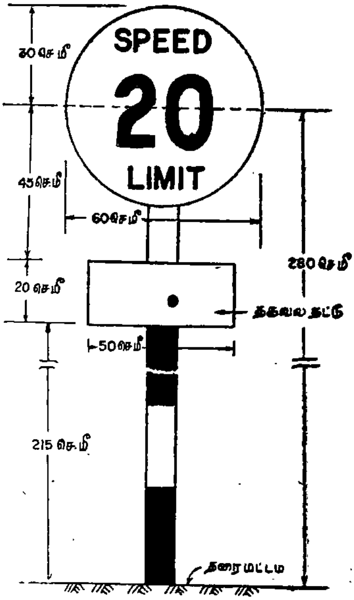
இவ்வகை அடையாளக் குறிகளுக்குக் கட்டாயமாகக் கீழ்ப்படிதல் வேண்டும். அப்படி கீழ்ப்படியாவிடின் அது சட்டப்படி குற்றமாகும்.

(2) எச்சரிக்கைக் குறிகள் (Cautionary Signs): எச்சரிக்கை தேவைப்படும் இடங்களை அணுகும் சாலைகளை இவ்வகைக் குறிகள் சுட்டிக்காட்டும். சாலைகளிலோ அல்லது அவற்றின் அருகிலுள்ள பகுதிகளிலோ உள்ள அபாயமான நிலைமைகளை இவை உணர்த்துகின்றன.

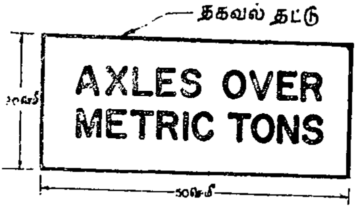
(3) தகவல் குறிகள் (Informatory Signs): இவை சாலையைப் பயன்படுத்துவோரது வழிவிளக்கத்திற்குப் பயன்படுகின்றன.

அவர்களுக்குத் தேவைப்படக்கூடிய அல்லது ஆர்வமூட்டக் கூடிய தகவல்கள் அடங்கிய குறிகள் இதன் கண் அடங்கும்.

4-26. இந்திய ஊர்திச் சட்டத்தில் கீழ்வரும் அறிவிப்புக் குறிகள் காணப்படுகின்றன :



படம் 4-4.
விரைவு வரம்புக்குறி.



படம் 4-5.
எடை வரம்புக்குறி

1. ஆணைக்குறிகள்

(i) விரைவு வரம்புக் குறி (Speed Limit).

(ii) எடை வரம்புக் குறி (Weight Limit).

(iii) முழுமையாய்த் தடுக்கும் குறி (Total Prohibition Sign).

(iv) திசை காட்டும் குறி (Direction Sign).

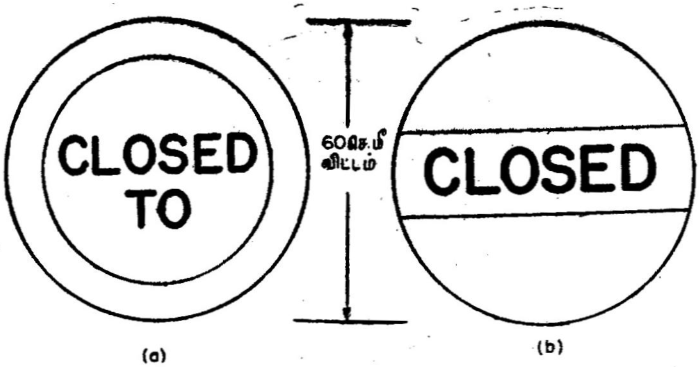
(v) 'தங்கிடமல்ல' என்னும் குறி (No Parking).

(vi) 'வண்டிகள் ஒன்றையொன்று முந்தக் கூடாது' என்பதைக் குறிக்கும் குறி (Over-taking Prohibited).

(vii) ஒலி எழுப்புவதைத் தடுக்கும் குறி (Use of sound signals Prohibited).

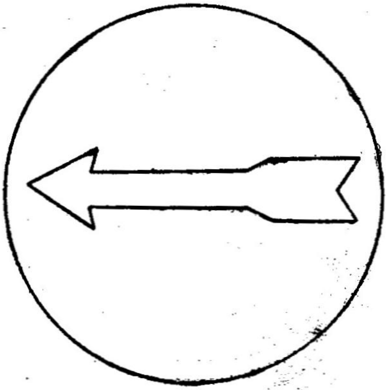
(viii) 'மிக மெதுவாகச் செல்-முக்கியமான சாலை முன்னால் உள்ளது' என்னும் குறி (Dead slow—Main Road Ahead).

இவற்றைப் படங்கள்4-4—4-11 விளக்குகின்றன.



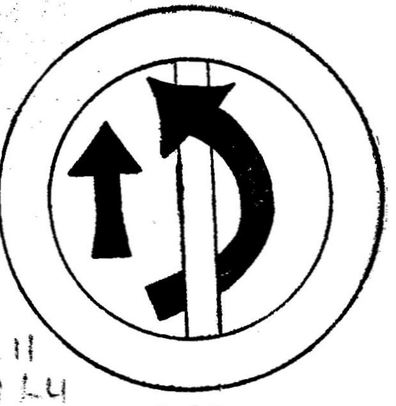
(a) (b)

படம் 4-6. முழுமையாய்த் தடுக்கும் குறி.



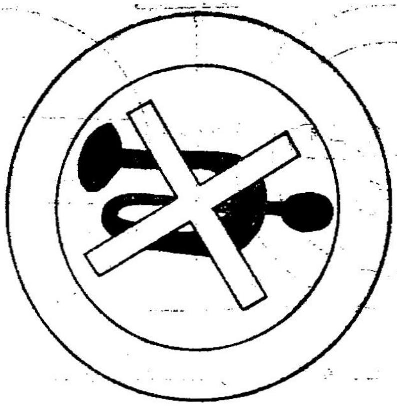
படம் 4-7.
திசை காட்டும் குறி.

படம் 4-8
'தங்கிடமல்ல' என்னும் குறி.

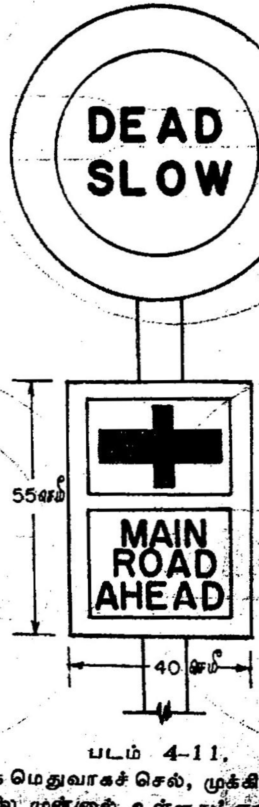


படம் 4-9.
'வண்டிகள் ஒன்றையொன்று முந்தக் கூடாது' என்பதைத் தெரிவிக்கும் குறி.

211908



படம் 4-10. ஒலியெழுப்புவதைத்
தடுக்கும் குறி.



படம் 4-11.
'மிக மெதுவாகச் செல், முக்கியமான
சாலை முன்னால் உள்ளது' என்னும் குறி.

2. எச்சரிக்கைக் குறிகள்

(i) கரடு முரடான சாலை (Rough Road).

(ii) வளைந்து வளைந்து செல்லும் திருப்பம்—வலப்புறம் [Zig-Zag (Right)].

வளைந்து வளைந்து செல்லும் திருப்பம்—இடப்புறம் [Zig–Zag (Left)].

(iii) குறுக்குச் சாலை (Cross Road).

(iv) மட்டக்கடவு (பாதுகாப்பு உள்ளது) (Level Crossing-guarded).

(v) மட்டக்கடவு (பாதுகாப்பு அற்றது) (Level Crossing-Unguarded).

(vi) வலப்புறத் திருப்பம், இடப்புறத் திருப்பம் (Right Turn, Left Turn).

(vii) பள்ளி (School).

(viii) இறுதி முடிவு (Dead End).

(ix) பக்கச் சாலை (வலப்புறம்) (Side Road–Right).
பக்கச் சாலை (இடப்புறம்) (Side Road-Left).

(x) செங்குத்தான மலை (Steep Hill).

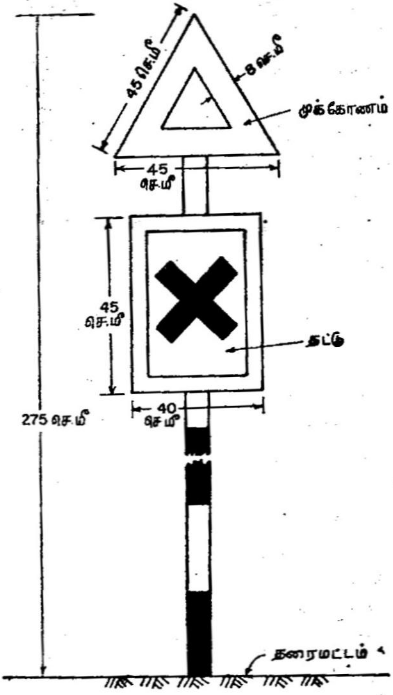
(xi) தோணித்துறை (Ferry).

(xii) கொண்டை ஊசித் திருப்பம் (வலப்புறம்) (Hair-Pin Bend–Right).

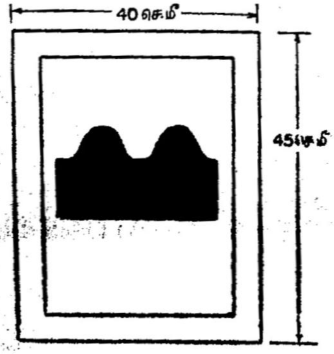
கொண்டை ஊசித் திருப்பம் (இடப்புறம்) (Hair-Pin Bend–Left).

(xiii) குறுகலான பாலம் (Narrow Bridge).

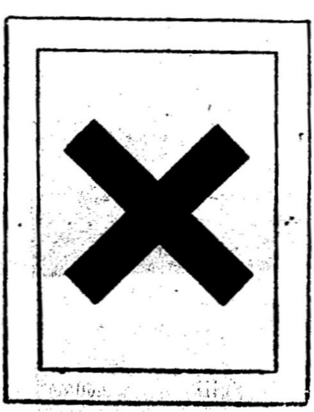
இவற்றைப் படங்கள் 4-12 — 4-25 குறிக்கின்றன.



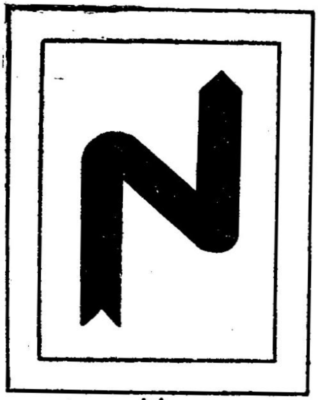
படம் 4-12.
எச்சரிக்கைக் குறியின் பொது அமைப்பு.



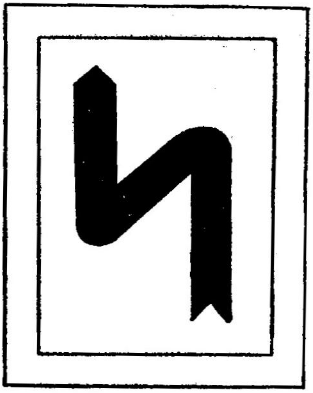
படம் 4-13.
கரடு முரடான சாலை.



படம் 4-14.
இறுதி முடிவு.



(a)

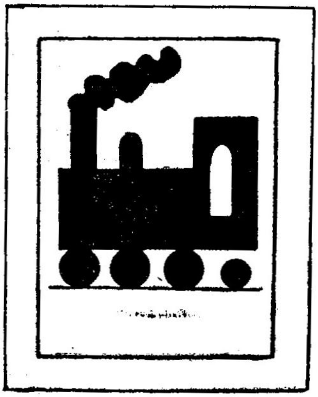


(b)

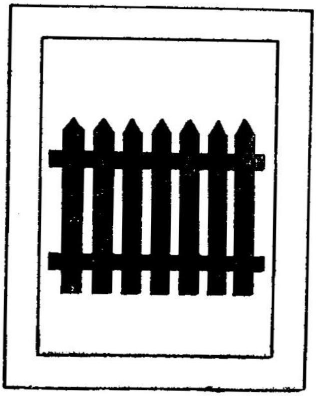
வளைந்து வளைந்து செல்லும் திருப்பம்—வலப்புறம்.

படம் 4-15.

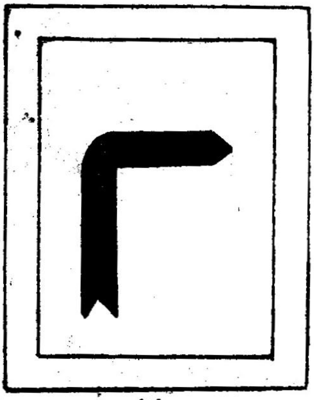
வளைந்து வளைந்து செல்லும் திருப்பம்—இடப்புறம்.



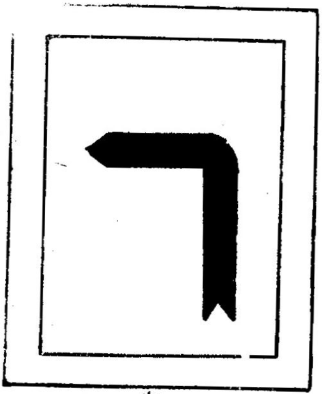
படம் 4-16.
‘மட்டக்கடவு’—பாதுகாப்பற்றது.



படம் 4-17.
‘மட்டக்கடவு’—பாதுகாப்புள்ளது.



(a)

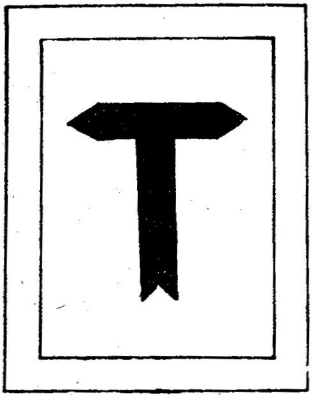


(b)

வலப்புறத் திருப்பம்.

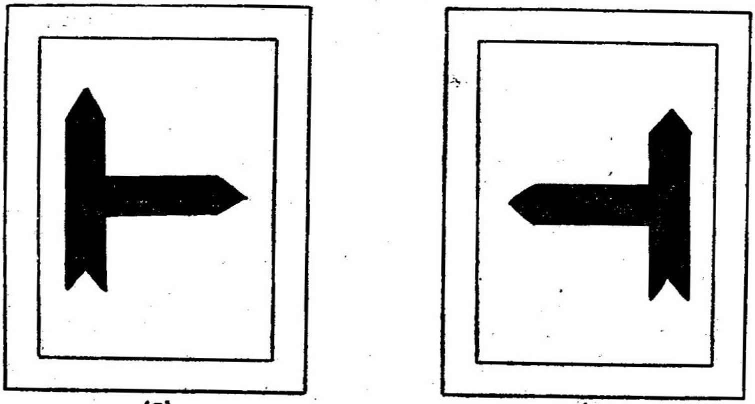
படம் 4-18.

இடப்புறத் திருப்பம்.



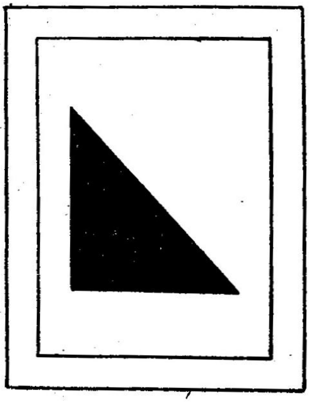
படம் 4-19. குறுக்குச் சாலை.

படம் 4-20. பள்ளி.

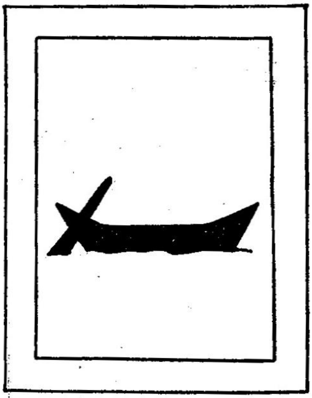


(a) (b)

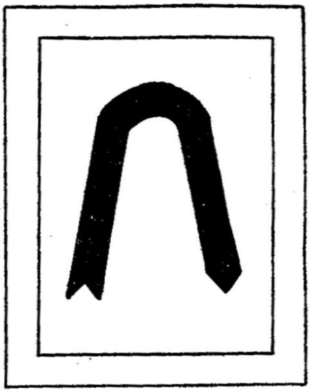
பக்கச் சாலை-வலப்புறம். படம் 4-21. பக்கச்சாலை—இடப்புறம்.

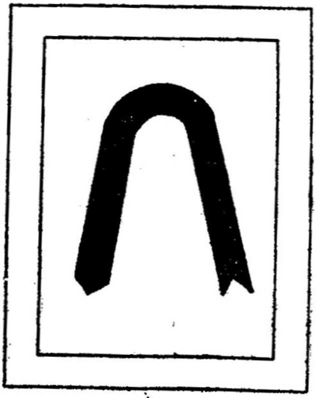


படம் 4-22. செங்குத்தான மலை.



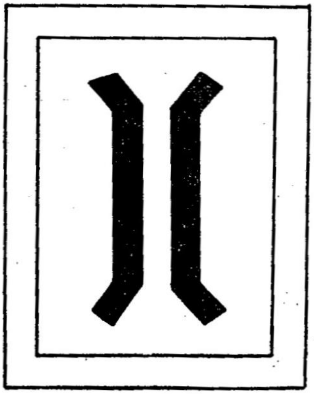
படம் 4-23. தோணித்துறை.


(a)


(b)

படம் 4-24.

கொண்டை ஊசித் திருப்பம்—வலப்புறம்.　　கொண்டை ஊசித் திருப்பம்—இடப்புறம்.

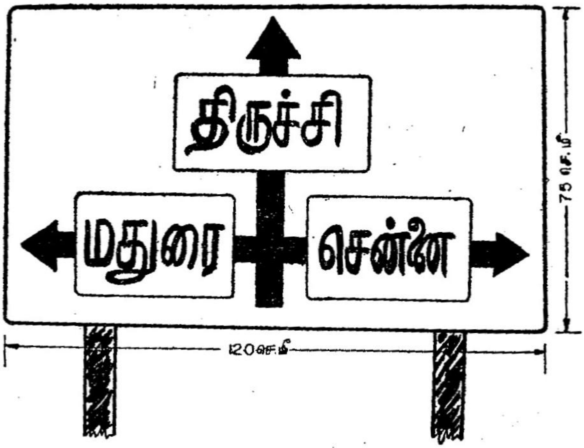


படம் 4-25.
குறுகலான பாலம்.

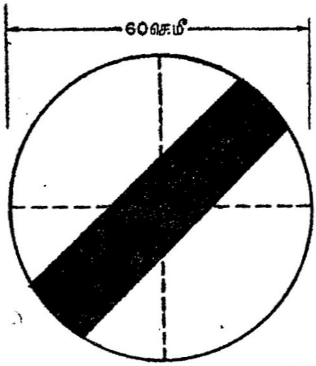
3. தகவல் குறிகள்

(i) வெள்ளத்தின் அளவினைக் காட்டும் குறிகள்.
(ii) சாலை சந்திப்பு அணுகுவதைக் காட்டும் குறிகள்.
(iii) விரைவு வரம்பின் முடிவு.
(iv) தங்கிடம் பற்றிய குறி.

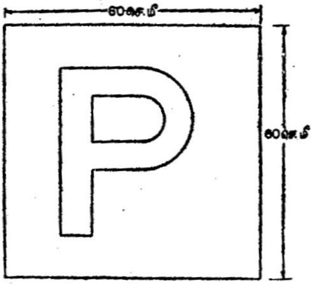
இவற்றுள் தகவல்கள் (ii), (iii), (iv) ஆகியவற்றினை முறையே படங்கள் 4-26, 4-27, 4-28 விளக்குகின்றன.



படம் 4-26.
'சாலை சந்திப்பு' அணுகுவதைக் காட்டும் குறி.



படம் 4-27.
விரைவு வரம்பின் முடிவைக் காட்டும் குறி.



படம் 4-28.
'தங்கிடம்' பற்றிய குறி.

4-27. அறிவிப்புக் குறிகளைக் கீழ்க்காணும் இடங்களில் அமைக்கவேண்டும்:

விரைவு வரம்புக்குறி, எடை வரம்புக்குறி, முழுமையாய்த் தடுக்கின்ற குறி போன்ற ஆணைக் குறிகளைத் தேவையான இடங்களுக்கு மிக அருகில் அமைக்கவேண்டும். தேவை ஏற்பட்டால், இதே ஒழுங்கு முறைத் தொடர்கின்ற அடுத்துள்ள இடங்களிலும் ஆணைக்குறிகளை அமைக்கவேண்டும். இதே போன்று பள்ளி, குறுகலான பாலம் ஆகியவற்றைத் தெரி

விக்கும் எச்சரிக்கைக் குறிகளும் அவ்வவ்விடங்களுக்கு அருகில் அமைக்கவேண்டும். விரைவு வரம்பு முடிவுக் குறியினை, அக் கட்டுப்பாடு நீங்கும் இடத்தில் அமைக்கவேண்டும். தங்கிடங்களில் அதற்குரிய குறியினை வைக்கவேண்டும்.

4-28. மேற்கண்ட அறிவிப்புக் குறிகளைத்தவிர பிறவற்றை இடையூறு உள்ள இடங்களுக்கு முன்னரே கீழ்க்காணும் தொலைவுகளில் வைக்க வேண்டும்:

கிராமப்புறங்களில் இடையூறு உள்ள இடங்களிலிருந்து வைக்கப்படவேண்டிய தொலைவு:

சாலை வகைகள்	சமவெளிப் பகுதி	மலைப்பாங்கான பகுதி
தேசிய நெடுஞ்சாலை மாநில நெடுஞ்சாலை	120 மீட்டர்கள்	60 மீட்டர்கள்
மாவட்டப் பெருஞ்சாலை	90 மீ	50 மீ
மாவட்ட மற்றையச் சாலை	60 மீ	40 மீ
கிராமச் சாலை	40 மீ	30 மீ

கிராமப்புறங்களில் வைக்கப்படும் தொலைவிற்குச் சற்றுக் குறைவாகவே, அதாவது இடையூறு உள்ள இடங்களுக்குச் சற்று அண்மையிலேயே எச்சரிக்கைக் குறிகளை வைக்கின்றனர்.

4-29. அறிவிப்புக் குறிகளின் அமைப்பாண்மைக்கான பரிந்துரைகள்.

(i) மிகு விரைவுச் சாலைகளில் (High Speed Roads) பெரிய அளவில் அடையாளங்கள் அமைக்கவேண்டும்.

(ii) தெளிவான முறையில் எழுதப்பட்டிருத்தல் இன்றியமையாததாகும். எழுத்துகளுக்கு இடையில் சீரான இடைவெளி விடப்பட்டிருத்தல் நல்லது.

(iii) அதிக அளவு மூன்று வார்த்தைகள் இருத்தல் சிறப்பு.

(iv) இரவில் படிக்கக்கூடிய அளவிற்கு ஒளி அமைத்தல் அவசியம்.

(v) கீழ்க்காணுபவற்றில் ஒரே சீரான அமைப்பு வேண்டும்.

(a) அமைப்பாண்மை அதாவது வடிவம், நிறம் ஆகியவற்றில் ஒரே சீரான அமைப்பு வேண்டும்.

(b) அடையாளக்குறியின் அளவு ஒரே சீராக இருக்க வேண்டும்.

(c) வார்த்தைகளால் தெரிவிக்கப்படும் செய்திகள் ஒன்றுடன் ஒன்று முரண்படாமல் ஒரே இணக்கத்துடன் (Consistent) இருக்கவேண்டும்.

(d) ஒளி அமைப்பு.

(e) எழுத்து முறைகள்.

(vi) ஓட்டுநரின் கவனத்தைக் கவரக்கூடிய வகையில் உள்ள விளம்பரங்கள், குறிப்புகள் ஆகியவற்றை நீக்க வேண்டும்.

(vii) இரு வேறு குறிப்புகளைத் தெரிவிக்கும் அறிவிப்புக் குறிகளை ஒரே கம்பத்தில் பொறுத்தாமல் குறைந்தது 100 அடி இடைவெளி இருக்குமாறு அவற்றை அமைக்கவேண்டும்.

(viii) ஊர்தி வழியினைப் பொறுத்து அறிவிப்புக் குறிகளின் அமைவிடத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கவேண்டும்.

4-30. மருங்குக்கல் (Kerb Stone) பொருத்தப்படாத சாலைகளில் ஊர்தி வழியின் விளிம்பிலிருந்து 2 அல்லது 3 மீட்டர் தூரம் தள்ளி அறிவிப்புக் குறிகளை அமைக்கவேண்டும். ஊர்தி நடமாட்டத்திற்கு இடையூறாக அறிவிப்புக் குறிகளை ஒருபோதும் அமைக்கக்கூடாது. மருங்குக்கல் பொருத்தப்பட்ட சாலைகளில், மருங்குக் கல்லின் விளிம்பிலிருந்து 60 செமீ தள்ளி அறிவிப்புக் குறி கம்பங்களை நடவேண்டும். சாலையின் இடப்புறமாக, சாலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தான திசையில் வருகின்ற நடமாட்டத்தினை எதிர்நோக்கி இருக்கவேண்டும். தங்கிடங்களைக் காட்டும் அறிவிப்புக் குறி, வெள்ளத்தினைக் குறிக்கும் அறிவிப்புக்குறி ஆகியவற்றிற்கு மேற்கண்ட கூற்று பொருந்தாது.

அடையாளக் குறிகள்

4-31. போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்குப் பயன்படுத்தப்படும் அடையாளக் குறிகளை இருவகைப் படுத்தலாம். அவ்வையாவன:

(1) சாலையின் தளத்தில் தீட்டப்படும் தள அடையாளக் குறிகள் (Pavement Markings).

(2) மருங்கில் தீட்டப்படும் மருங்கு அடையாளக் குறிகள் (Kerb Markings).

தள அடையாளக் குறிகள்

4–32. கீழ்க்காணும் சந்தர்ப்பங்களில் இவ்வகைக் குறிகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

(a) தின சராசரிப் போக்குவரவு நடமாட்ட அளவு (ADT) குறைந்தது 2,000 உள்ள இருநெறிப் பிரிவுச் சாலைகள்.

(b) தின சராசரிப் போக்குவரவு நடமாட்ட அளவு குறைந்தது 1,000 ஊர்திகள் உள்ள, 20 அடிக்குக் குறைந்த அகலமுள்ள இரு நெறிப்பிரிவுச் சாலைகள்.

(c) நான்கு அல்லது ஆறு நெறிப் பிரிவுகள் கொண்ட நெடுஞ்சாலைகள்.

(d) பாதுகாப்புத் தேவைப்படும் இடங்கள்.

4-33. தள அடையாளக் குறிகளில் கீழ்க்கண்டவை அடங்கும்:

(a) மையக் கோடுகள் (Centre - Lines)

(b) நெறிப் பிரிவுக் கோடுகள் (Lane–Lines)

(c) கடக்கக் கூடாத பகுதிகள் (No–Passing Zones)

(d) நிறுத்தக் கோடுகள் (Stop–Lines)

(e) குறுக்கு நடப்புக் கோடுகள் (Cross Walks)

(a) **மையக் கோடுகள்:** அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் 25 அடி இடைவெளித்தூரத்தில் 15 அடி நீள மையக்கோடுகள் வழக்கில் உள்ளதாக 'போக்குவரவு நடமாட்டப் பொறியியல் வல்லுநர் குறிப்பேடு — அ.ஐ.நா' (Manual of Traffic Engineers—U.S.A.) கூறுகின்றது. நமது நாட்டில் பலவிதமான முறைகள் பழக்கத்தில் உள்ளன. நம் நாட்டின் நிலைக்கேற்ப, ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் இவ்வகைக் கோடுகளுக்கான படித்தரங்களை (Standards) வகுக்க வேண்டும்.

(b) **நெறிப்பிரிவுக் கோடுகள்:** இவை சாலைப் போக்குவரவு நடமாட்டத்தினை நெறிப்படுத்த உதவுகின்றன. இவ்வாறு நட–

மாட்டத்தினை நெறிப்படுத்துவதால் போக்குவரவு நெரிசல் குறைவதோடு சாலைகளின் திறனும் அதிகரிக்கின்றது. பல நெறிப் பிரிவுகள் கொண்ட நெடுஞ்சாலைகளிலும், முக்கியமான வீதிகளிலும், நெடுஞ்சாலைகளிலும் இவை பயன்படுகின்றன.

(c) கடக்கக்கூடாத பகுதிகள்: போக்குவரவு நடமாட்டத்தினைக் கட்டுப்படுத்த உதவும் சைகைகளோ அல்லது அறிவிப்புக் குறிகளோ இல்லாத, சாலைகள் குறுக்கிடும் இடங்களில் இவை பெரிதும் பயன்படுகின்றன. சாலைகள் குறுக்கிடும் இடத்திலிருந்து 100—200 அடி வரை பின்நோக்கி இப் பகுதிகளுக்கான குறிகளைத் தீட்டுவர். இதுபோன்ற பகுதிகளைச் சைகைகள், அறிவிப்புக் குறிகள் பொருத்தப்பட்ட சாலைச் சந்திப்புகளிலும் வைத்தல் நலம் பயக்கும்.

(d) நிறுத்தக் கோடுகள்: ஊர்திகள் நிறுத்தப்பட வேண்டிய இடங்களில் இக் கோடுகள் வரையப்பட்டிருக்கும். இக் கோட்டிற்கு அடுத்து 'நிற்க' (STOP) எனச் சாலைத்தளத்தில் எழுதலாம். சாதரணமாக இந் நிறுத்தக் கோடுகள், குறுக்கு நடப்புக் கோடுகளிலிருந்து 4′ தூரத்திற்கு முன்னால் அமைக்கப்படும்.

(e) குறுக்கு நடப்புக் கோடுகள்: பாதசாரிகள் சாலையைக் கடக்க இவை உதவுகின்றன. சாலைகள் சந்திக்கும் இடங்களில் இவற்றை வரையலாம். பள்ளிகளுக்கு அருகிலும், போக்குவரவு நடமாட்டம் மிகுந்த வியாபாரத் தலங்களுக்கு அருகிலும், பாதசாரிகளும் ஊர்திகளும் கலந்துள்ள போக்குவரவு நடமாட்டமுள்ள இடங்களிலும் இக் குறுக்கு நடப்புக் கோடுகளை அமைக்க வேண்டும். குறுக்கே கடந்து செல்லும் வழி குறைந்தது 6 அடி அகலமுள்ளதாய் இருக்கவேண்டும். மேற்கண்ட அடையாளக் குறிகள் வெண்மை நிறத்தில் வரையப்பட்டிருக்கும்.

மருங்கு அடையாளக் குறிகள்

4–34. தங்கிடங்களுக்கான தகவல்களை அறிவிக்கவும், சுமையேற்றும் பகுதிகளைக் குறிப்பிடவும் மருங்கு அடையாளக் குறிகள் பயன்படுகின்றன. மருங்குக் குறிகளிட பல வண்ணங்களைப் பயன்படுத்துகின்றனர். தங்கல் (Parking), நிறுத்தம் (Stopping), நிற்றல் (Standing) போன்றவை தடை செய்யப்பட்டுள்ள பகுதிகளை, அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் பின்பற்றப்படுவதைப் போன்று சிவப்பு வண்ணத்தைக் கொண்டு வரையலாம். வியாபாரப் பொருள்களை ஏற்றி, இறக்கும் இடங்களை

மஞ்சள் வண்ணத்தில் குறிப்பிடலாம். பயணிகள் ஏறி, இறங்கும் இடங்களை வெண்மை நிறத்திலும், மிகக் குறைந்த நேரம் மட்டும் தங்குவதற்குப் பயன்படும் தங்கிடங்களைப் பச்சை நிறத்திலும் குறிப்பிடலாம். தேவை ஏற்பட்டாலொழிய சாதாரணமாக வெண்மை நிறத்தையே பயன்படுத்தலாம்.

4–35. வழவழப்பான சாயங்களைக் காட்டிலும் சற்று மங்கிய சாயங்களை இரவில் நன்கு பார்க்க இயலும் என்று ஆராய்ச்சிகள் கூறுகின்றன. எனவே, இரவு நேரங்களில் காட்சி நிலையை அதிகரிக்கச் செய்யும் ஒளி பிரதிபலிக்கும் சாயங்களைப் (Reflectorized Paint) பயன்படுத்துகின்றனர்.

சைகைகள் (Signals)

4-36. போக்குவரவு நடமாட்டத்தினைக் கட்டுப்படுத்தவும். வழிகாட்டவும், எச்சரிக்கவும் பயன்படுகின்ற, மின்சக்தியால் இயங்குகின்ற சாதனங்களைச் 'சைகைகள்' எனலாம். சைகைகள் கீழ்க்காணும் நோக்கங்களுக்காகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன:

(1) போக்குவரவு நடமாட்டம் ஒழுங்கான முறையில் நடைபெறுதல்.

(2) முக்கியமான நெடுஞ்சாலைகளிலும், முக்கியத்துவத்தில் சற்றுக் குறைந்த இரண்டாம் தர நெடுஞ்சாலைகளிலும் செல்லும் ஊர்திகளின் விரைவினைக் கட்டுப்படுத்துதல்.

(3) ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் செல்கின்ற ஊர்திகளின் இயக்கத்தை ஒருங்கிசைவு (Co–ordinate) செய்தல்; அவற்றை எச்சரிக்கையுடன் செல்ல அனுமதித்தல்.

(4) மற்ற ஊர்திகள், பாதசாரிகள் சாலையின் குறுக்கே கடப்பதற்கெனப் போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் தொடர் இயக்கத்தைச் சற்றுத் தடைப்படுத்துதல்.

(5) ஊர்திகளை அவற்றிற்குரிய சாலைகளில் செலுத்த உதவுதல்.

(6) மட்டக்கடவு, மற்றும் இதுபோன்று போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கு இடையூறு விளையும் இடங்களிலும், போக்குவரவு நடமாட்டத்தினை ஒழுங்குபடுத்துதல்.

4-37. சைகைகள் அமைப்பதற்கான சூழ்நிலைகள்

(i) சந்திப்பு ஒன்றிலிலுள்ள வெவ்வேறு சாலைகளிலும் குறைந்தபட்ச ஊர்தி நடமாட்டம், பாதசாரிகள் நடமாட்டம் ஆகியவை இருக்கவேண்டும்.

(ii) முக்கியச் சாலையில் நடைபெறும் அதிக அளவு போக்கு வரத்துத் தொகுதி கடப்பதற்கு ஏற்ற விதத்தில் அமைக்க வேண்டும்.

(iii) குறுக்கீடுகள் நிறைந்த பகுதிகளில் விபத்துகள் நிகழ வாய்ப்பு உண்டு. அதுபோன்ற இடங்களில் சைகைகள் அமைப்பது அவசியமாகிறது.

(iv) கீழ்க்காணும் தனிப்பட்ட சூழ்நிலைகளில் அமைக்க லாம்:

(a) குழந்தைகள், சிறுபிள்ளைகள் ஆகியோர் பெரும் அளவு பாதசாரிகளாக உள்ள பள்ளிப் பகுதிகள்.

(b) குருடர்கள், வயதானவர்கள், முடமானவர்கள் ஆகியோர் பெருமளவில் பாதசாரிகளாக இருக்கக்கூடிய இடங்கள். (எடுத்துக்காட்டு): விழி இழந்தோர்ப் பள்ளி.

(c) கிராமப்புறச் சூழ்நிலையிலிருந்து நகர்ப்புறச் சூழ்நிலைக்குத் திடீரென மாறும் இடங்கள்.

(d) சரிவு விகிதம் அதிகமுள்ள சாலைகளின் தொடக்கப் பகுதிகள்.

சைகைகளின் வகைகள்

4-38. செயல்வகைக் கேற்பச் சைகைகளைக் கீழ்க்கண்ட வாறு விவரிக்கலாம்.

(1) போக்குவரவு நடமாட்டத்தினைக் கட்டுப்படுத்தும் சைகைகள் (Traffic Control Signals)

(a) நிலைநேர சைகைகள் (Fixed Time Signals)

(b) போக்குவரவு நடமாட்டத்தால் தூண்டப்படும் சைகைகள் (Trafflc Actuated Signals)

(2) பாதசாரிகள் சைகைகள் (Pedestrian Signals)

(3) தனிப்பட்ட சைகைகள் (Special Signals)

இவற்றுள் முக்கியமான சிலவற்றின் விவரங்களை இங்கே காண்போம்.

4-39. போக்குவரவு நடமாட்டத்தினைக் கட்டுப்படுத்தும் சைகைகள்

தனது குறிப்புகளால் மாறி, மாறி போக்குவரவு நடமாட்டத்தினை நிறுத்தவும், பின்பு செல்லவும் அனுமதிக்கின்ற சைகைக்குக் 'கட்டுப்படுத்தும் சைகை' என்று பெயர். இது 'நிலைநேர சைகை' என்றும், 'நடமாட்டத்தால் தூண்டப்படும் சைகை' என்றும் இருவகைப்படும்.

நிலைநேர சைகை

4-40. இவ் வகைச் சைகைகளில் சிவப்பு-மஞ்சள்-பச்சை ஆகிய மூன்று நிறங்களும் ஒரே சீரான சுழற்சியில் வருமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இச் சுழற்சி (Cycle) ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் திரும்பத் திரும்ப நிகழும். நிலை நேர சைகைகளின் இவ் வியக்கம் போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் அளவினைப் பொறுத்து அமைவதில்லை. அதாவது, சாலையின் குறுக்காகவோ அல்லது எதிர்த்திசையிலோ நடமாட்டம் ஏதும் இல்லாவிடினும் கூட, ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் நடைபெறும் நடமாட்டத்தினை இவ் வகைச் சைகைகள் தேக்கி வைத்து விடும் தன்மையுடையது. ஆகவே, காலதாமதமும் சாலைகளின் திறனில் குறைவும் ஏற்படுகின்றன. போக்குவரவு நடமாட்டத்தால் தூண்டப்படும் சைகைகளில் இக் குறைபாடு காணப்படுவதில்லை.

போக்குவரவு நடமாட்டத்தால் தூண்டப்படும் சைகைகள்

4-41. இவ் வகைச் சைகைகள் போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் அளவினைப் பொறுத்துச் சுழற்சி நேரத்தினை அமைத்துக் கொள்கின்றன. சுழற்சி நேரம் (Time of the Cycle) என்பது சிகப்பு-மஞ்சள்-பச்சை ஆகிய மூன்று வண்ணங்களும் ஒரு முறை தொடர்ச்சியாக வருவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் நேரமாகும். இதன் அலகு வினாடிகளாகும். இவ் வகைச் சைகைகளைப் பயன்படுத்துவதால் பல நன்மைகள் உள:

(i) காலதாமதம், இயல்பான நிலைமைகளைக் குறைக்கிறது.
(ii) போக்குவரவு அளவில் நிகழும் காலமாறுதல்களுக்கேற்பச் செயல்புரிகிறது.
(iii) சாலைத்திறன் அதிகரிக்கின்றது.

இவ் வகைச் சைகைகளில் குறைகள் சில உண்டு. அவையாவன:

(i) இவை சிக்கனமற்றவை. நிலை-நேர சைகைகளைக் காட்டிலும் இரண்டு முதல் நான்கு மடங்குவரை விலை அதிமாக இருக்கும்.

(ii) இவ் வகைச் சைகைகளிலுள்ள கட்டுப்பாட்டுப் பொறியும் (Controller), தடங்கண்டு காட்டும் கருவிகளும் (Detectors) தொழில் நுணுக்கம் மிக்கவை. இவற்றைப் பராமரிப்பதற்கும், பழுதுபார்ப்பதற்கும் நிறையச் செலவு ஆகும்.

சைகைகளின் இயக்க முறைகள்

4-42. நிலை நேர சைகைகளைப் பயன்படுத்தும்போது, கீழ்க்காணும் முறைகளில் அவற்றை இயக்கலாம்:

(1) உடனிகழ்வு முறை (Simultaneous System) : இம் முறையில் வீதி ஒன்றில் உள்ள எல்லா சைகைகளும் குறிப்பிட்டதொரு நேரத்தில் ஒரே மாதிரியான குறிப்பினை வெளிப்படுத்தும்.

(2) மாறிமாறி வருகிற முறை (Alternate System) : இம் முறையில் ஒன்றுவிட்ட ஒன்றாய் அமைக்கப்பட்டுள்ள சைகைகள் அல்லது சைகைகளின் தொகுப்புகள் எதிரிடையான குறிப்பினை வெளிப்படுத்தும்.

(3) சாதரணத் தொடர் முன்னேற்ற முறை (Simple Progressive System) : சாலையில் செல்லும் ஊர்திகளின் முன்னேற்றம் தடைபடாவண்ணம் சைகைகளை இயக்குவதே இம் முறையின் முக்கிய நோக்கமாகும். திட்டமிடப்பட்ட விரைவுடன் ஊர்திகள் வீதியில் முன்னேறும்பொழுது அவற்றின் போக்குத் தடையுறுதவாறு தயாரிக்கப்பட்ட கால அட்டவணைப்படி அவ் வீதியிலுள்ள சைகைகள் பச்சை ஒளியை உமிழும். இவ் வகை அமைப்பில் ஊர்திகளின் விரைவு வெவ்வேறு பகுதிகளில் மாறுபடலாம். சாலைச் சந்திப்புகள் சமமான இடைவெளியில் அமைந்திருக்கும் இடங்களிலும், போக்குவரவு நடமாட்டம் ஒரே சீராக நடைபெறும் இடங்களிலும் இம் முறை உகந்ததாகும்.

(4) நெகிழ்வுத் தொடர் முன்னேற்ற முறை

இம் முறையில் போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் அளவிற்கேற்பவும், சமமற்ற இடைவெளியில் அமைந்துள்ள சாலைச் சந்திப்புக்கு இசைவான வகையிலும் சைகைகளின் இயக்கத்தில் மாற்றம் ஏற்படுத்துகின்றனர். அவற்றுள் சில அடுத்த பக்கத்தில் தரப்பட்டுள்ளன:

(i) சிகப்பு–மஞ்சள்–பச்சை ஆகிய நிறங்களின் சுழற்சி ஒருமுறை நடைபெற ஆகும் சுழற்சி நேரம் (Cycle–length), அதில் ஒவ்வொரு நிறமும் ஒளிரும் நேரம் (Cycle division) ஆகியவற்றில் மாற்றம் நிகழ்த்துதல்.

(ii) சைகைகள் செயல்படும் காலதிட்ட அமைப்பில் (Timings) மாற்றம் செய்தல்.

சைகைகளின் அமைப்பு

4–43. சைகைகள் சாதரணமாக வட்டவடிவில் இருக்கும். இவற்றின் விட்டம் 8″ ஆகும். சைகைக்குப் பின்புறம் மின் விளக்கு இருக்கிறது. சைகையில் பொருத்தப்பட்டுள்ள ஆடிகளில் சிகப்பு–மஞ்சள்–பச்சை ஆகிய நிறங்கள் பிரதிபலிக்கின்றன. சிகப்பு, பச்சை ஆகிய நிறங்கள் பிரதிபலிக்கும் ஆடிகளின் மேல் ‘நிற்க’ (STOP), ‘செல்க’ (GO) என எழுதப் பட்டிருக்கும். சைகைகளைச் சாலைப் பக்கங்களில் கம்பங்களின் மேல் 8′ முதல் 10′ உயரம் வரை இருக்குமாறு பொருத்துவர். சாலையின் மேலிருந்து தொங்கவிட வேண்டுமானால், சாலையிலிருந்து $14\frac{1}{2}'$ முதல் $15\frac{1}{2}'$ உயரம் வரை அவை இருக்க வேண்டும்.

ஆற்றுப்படுத்தல் (Channelization)

4–44. போக்குவரத்தினை நெறிப்படுத்துதல் அல்லது ஆற்றுப்படுத்துதல் மூலம் சாதாரணமான சாலைச் சந்திப்புகளின் திறனை அதிகரிக்கச் செய்யலாம். போக்குவரத்தினை ஆற்றுப்படுத்துதற்குச் சாலைத் திட்டுகள் (Islands) பயன்படுகின்றன. இயன்றவரையில் ஒன்றுக்கொன்று மாறுபட்ட இயக்கங்களைக் குறைத்து, ஊர்திகளை ஒரு வழியில் செல்ல வழி வகுத்தலே ஆற்றுப்படுத்தலின் நோக்கமாகும். ஆற்றுப்படுத்தலில், பெருஞ்சாலைகளில் செல்லும் ஊர்திகள் எளிதாக இயங்குதற்கே முதலிடம் தரப்படுகின்றது.

சாலைத்திட்டுகள் (Islands)

4–45. தள அடையாளக் குறிகள் மூலமாகவோ, எச்சரிக்கைத் தரும் சாதனங்கள் மூலமாகவோ சாலை வழியில் உள்ள பகுதி அல்லது பகுதிகளை விட்டு விலகிச் செல்லுமாறு ஊர்திகள் திருப்பி விடப்படுகின்றன. இப் பகுதியே ‘சாலைத் திட்டு’ என வரையறை செய்யப்படுகின்றது.

4–46. சாலைத் திட்டுகளின் பணிகளாவன:

(i) பாதசாரிகளையும், ஊர்திகளையும் பிரித்தல்.

(ii) போக்குவரவு நடமாட்டத்தினைக் குறிப்பிட்ட சில பாதைகள் வழியே ஆற்றுப்படுத்தல்.

(iii) எதிரிடையான போக்குவரவு நடமாட்டமுள்ள பகுதியினைக் குறைப்பதன் மூலம் குறுக்கீடுகளைக் குறைத்தல்.

(iv) தடையிலிருந்து விலகிச் செல்லுமாறு போக்குவரவு நடமாட்டத்தினைத் திருப்புதல் (Divert). இதனால் போக்குவரவு நடமாட்டத்தினைத் துரிதப்படுத்த இயலும்.

(v) பாதுகாப்பினை அதிகரித்தல்.

4-47. ஆற்றுப்படுத்தும் திட்டுகள், பாதசாரித் திட்டுகள், சுமையேற்றுவதற்குப்பயன்படும் ஏற்றத்திட்டுகள் என சாலைத் திட்டுகள் மூவகைப்படும்.

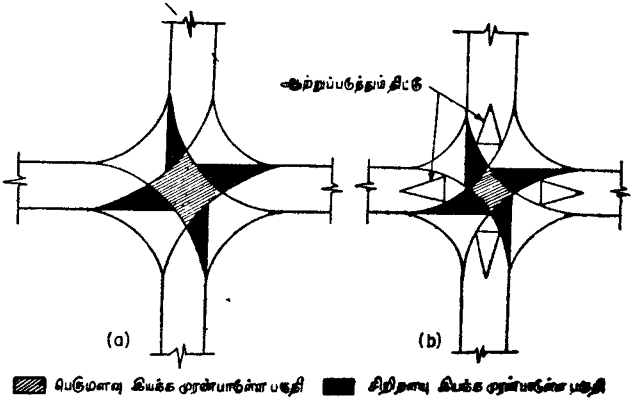
(i) ஆற்றுப்படுத்தும் திட்டுகள் (Channelizing Islands): போக்குவரவு நடமாட்டம் குறிப்பிட்ட ஆறுகளில் (Channels) நடைபெறச் செய்வதற்கு ஆற்றுப் படுத்தும் திட்டுகள் பயன்படுகின்றன.

(ii) பாதசாரித் திட்டுகள் (Pedestrian Islands or Refuge Islands) : பாதுகாப்புப் பகுதிகளை அதிகரிக்கச் செய்வதற்கு இவை உதவுகின்றன. பாதசாரிகளுக்குப் புகலிடம் தருவதற்கென இவ் வகைத் திட்டுகள் குறுக்கு—நடப்புப்பாதைகளில் (Cross-walks) அமைக் கப்படுகின்றன.

(iii) ஏற்றத் திட்டுகள் (Loading Islands) : இவையும் பாதுகாப்புப் பகுதிகளை அதிகரிக்க உதவுகின்றன. சாலைக்குச் சற்று உட்புறமாகப் பேருந்து நிலையங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ள பகுதிகளில், பயணிகளின் பாது காப்பிற்கென இத் திட்டுகள் அமைக்கப்படுகின்றன.

4-48. சிக்கலான சந்திப்புகள், அதிக அளவு விபத்துகள் நேரும் இடங்கள், அதிக அளவு போக்குவரவு நடமாட்டம் உள்ள பகுதிகள், முரண்பாடான ஊர்தி இயக்கம் ஏற்படக் கூடிய பகுதிகள் ஆகிய இடங்களில் ஆற்றுப்படுத்தலால் நன்மை பல விளையும். கீழ்வரும் எடுத்துக்காட்டுகள் ஆற்றுப் படுத்தலை விளக்குகின்றன.

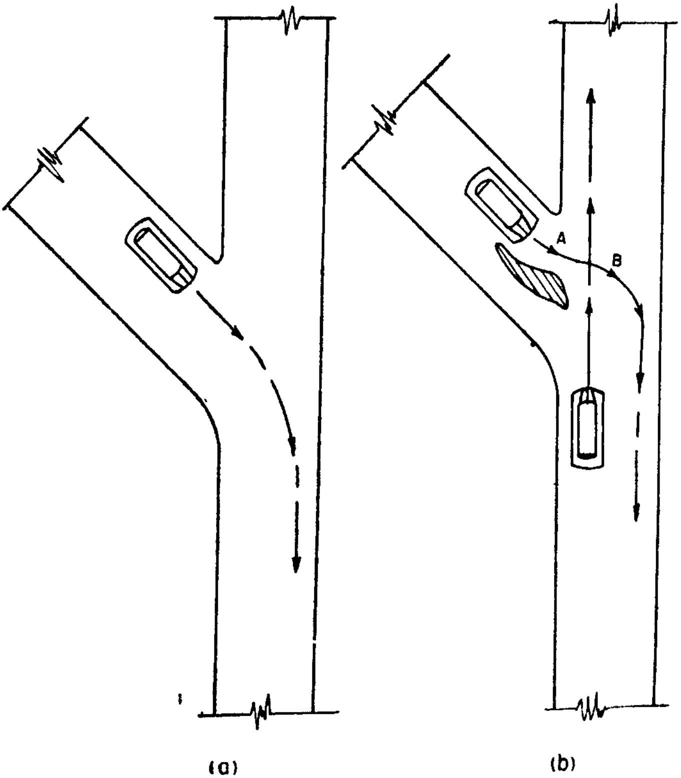
(எடுத்துக்காட்டு 1) : முரண்பட்ட இயக்கங்கள் கொண்ட பகுதியினை அடுத்த பக்கத்தில் உள்ளவாறு ஆற்றுப்படுத்தலாம்.



படம் 4-29.

(a) ஆற்றுப்படுத்தும் திட்டுகள் இல்லாமல் (b) ஆற்றுப்படுத்தும் திட்டுகள் அமைத்தபின்

(எடுத்துக்காட்டு 2) :

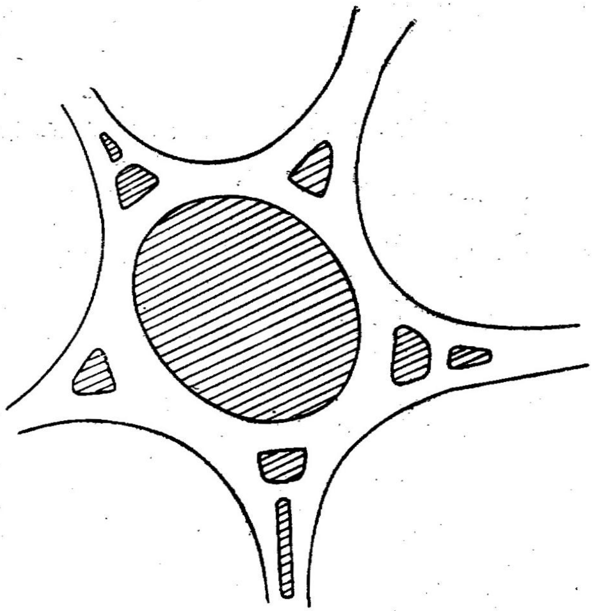


படம் 4-30.

(a) ஆற்றுப்படுத்தும் திட்டுகள் இல்லாமல். (b) ஆற்றுப்படுத்தும் திட்டுகளுடன்.

முக்கிய சாலையின் வழியே வரும் ஊர்தியின் பாதையை உபசாலையில் வரும் ஊர்தியின் பாதை ஏறத்தாழ செங்குத்துக் கோணத்தில் வெட்டுவதால், முரண்பாடான இயக்கம் உள்ள பகுதியின் பரப்பு குறைவதைப் படத்தில் காணலாம்.

(எடுத்துக்காட்டு 3) :



படம் 4-31.
பல சாலைச் சந்திப்பு.

பல சாலைகள் வெவ்வேறு கோணங்களில் சந்திக்கும் இடங்களில், ஒவ்வொரு சாலையிலும் தக்கவிதத்தில் ஆற்றுப்படுத்தவிற்கான திட்டுகள் அமைக்கும் முறையினைப் படம் 4-31. விளக்குகின்றது.

போக்குவரவு நடமாட்டத்தினைப் பிரித்தல் (Segregation of Traffic)

4-49. போக்குவரவு நடமாட்டம் செம்மையான முறையில் நடைபெற அதனைப் பின்வரும் அடிப்படையில் பிரிக்கலாம்:

(1) இடத்தினைப் பொறுத்துப் பிரித்தல் (Place Segregation)

(2) காலத்தினைப் பொறுத்துப் பிரித்தல் (Time Segregation)

இடத்தினைப் பொறுத்துப் பிரித்தலில் பின்வரும் உப பிரிவுகள் அடங்கியுள்ளன :

(a) சேர் இடத்தைப் பொறுத்துப் பிரித்தல்.

(b) விரைவினைப் பொறுத்துப் பிரித்தல்.

(c) திசையினைப் பொறுத்துப் பிரித்தல்.

(d) மட்டத்தினைப் பொறுத்துப் பிரித்தல்.

(a) சேர் இடத்தைப் பொறுத்துப் பிரித்தல்

4–50. வளையம் போன்ற அமைப்புள்ள சாலைகளின் உதவியாலும, புறவழிகளின் (Bypasses) உதவியாலும் போக்குவரவு நடமாட்டத்தினைப் பிரித்தல் 'சேர் இடத்தைப் பொறுத்துப் பிரித்தல்' எனப்படுகின்றது.

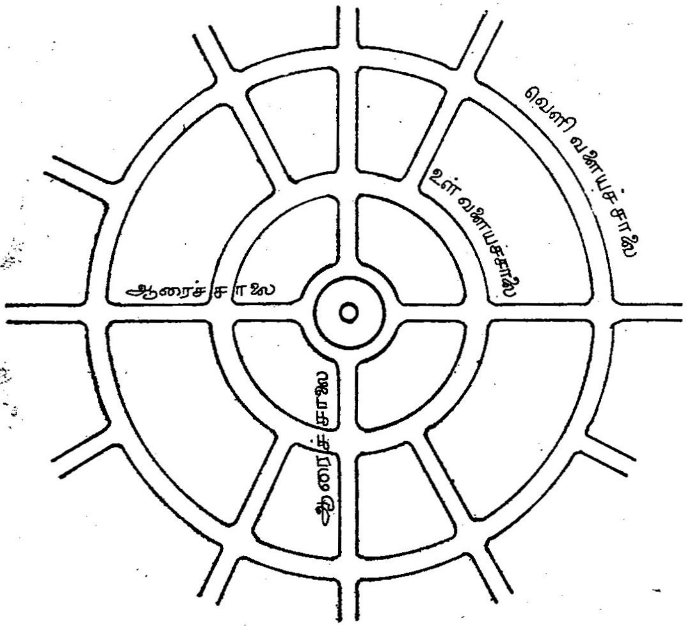
நகரத்தின் உட்புறம் நடைபெறுகின்ற போக்குவரவு நடமாட்டத்தினைக் குறைந்த வேகத்தில் இயக்குவதற்கென உள் சாலைகள் பயன்படுகின்றன. உள் சாலையினுள் அமைக்கப்பட்டுள்ள பேருந்து நிலையத்திலிருந்து அரங்குகள், கடைகள் ஆகியவற்றிற்கான பேருந்து நிறுத்தங்கள் ஒரு பர்லாங்கு அல்லது 300 அடி தொலைவிற்குமேல் இருக்கக்கூடாது.

4–51. வெளிப்புற வளைவுச்சாலை நகரத்தின் விளிம்பினை ஒட்டினாற்போல் எதிர்கால வளர்ச்சிக்காக ஒதுக்கப்பட்டுள்ள இடங்களைச் சுற்றிச் செல்லவேண்டும். வெளிச் சாலையில் ஊர்திகள் விரைந்து செல்லலாம். போக்குவரவு நெரிசல் மிகுந்த மையப் பகுதிக்குச் செல்லாமல், நகரின் பிற பகுதிகளுக்குச் செல்ல இவ்வெளிச்சாலை உதவுகின்றது(படம் 4-32).

(b) விரைவினைப் பொறுத்துப் பிரித்தல்

4–51. மெல்லச் செல்லும் ஊர்திகளிலிருந்து விரைந்து செல்லும் ஊர்திகளைப் பிரித்தலையே 'விரைவினைப் பொறுத்துப்

பிரித்தல்' என்கிறோம். போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் தன்மைக்கேற்ப நெறிப்பிரிவுகளை ஒதுக்கீடு (Reserve) செய்யலாம். (எடுத்துக்காட்டுகள்) : மிதிவண்டிக்கும், மற்றும் அது



படம் 4.32.
வெளி, உள் வளையச் சாலைகள்.

போன்ற வண்டிகளுக்கும், ஓரிரு நெறிப் பிரிவுகளையும், பேருந்து, கார் போன்றவற்றுக்கு மற்ற நெறிப் பிரிவுகளையும் ஒதுக்கலாம்.

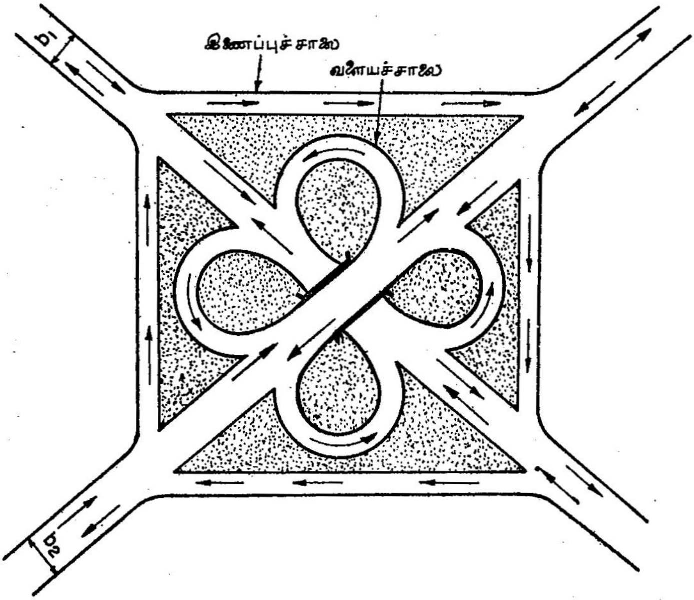
(c) திசையினைப் பொறுத்துப் பிரித்தல்

4-53. திசையினைப் பொறுத்துப் பிரித்தலுக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு ஒருவழி நடமாட்டக் கட்டுப்பாடுகள் (One-way Traffic Restrictions). சான்றாக அலுவலகங்கள் நிறைந்த ஒரு பகுதியினை இணைக்கும் சாலையில் ஆறு நெறிப்பிரிவுகள் இருப்பதாகக் கொள்வோம். காலை நேரங்களில் அலுவலகங்களை நோக்கியும், மாலை நேரங்களில் அலுவலகங்களிலிருந்தும் போக்குவரவு நடமாட்டம் மிகுதியாக இருக்கும். எனவே, காலை நேரங்களில் அலுவலகத் திசையை நோக்கி இயங்கும் போக்கு

வரத்திற்கென நான்கு நெறிப்பிரிவுகளை ஒதுக்கலாம். அவ்வாறே மாலை நேரங்களில் அலுவலகங்களுக்கு எதிர்ப்பான திசையை நோக்கி இயங்கும் போக்குவரத்திற்கென அந் நான்கு நெறிப்பிரிவுகளை ஒதுக்கலாம்.

(iv) **மட்டத்தினைப் பொறுத்துப் பிரித்தல்**

4–54. ஊர்திகள் செல்லும் வழிகளின் மட்டத்தினைப் பொறுத்துப் போக்குவரவு நடமாட்டத்தினைப் பிரித்தல் 'மட்டத்தினைப் பொறுத்துப் பிரித்தல்' என்கிறோம் (எடுத்துக்காட்டுகள்): தாவு–பாலம் (Fly-Over), மேம்பாலம் (Overbridge), அடிநில வழிகள் (Under–Passes) ஆகியவை. சான்றாக 'கிளாவர்–இலை'

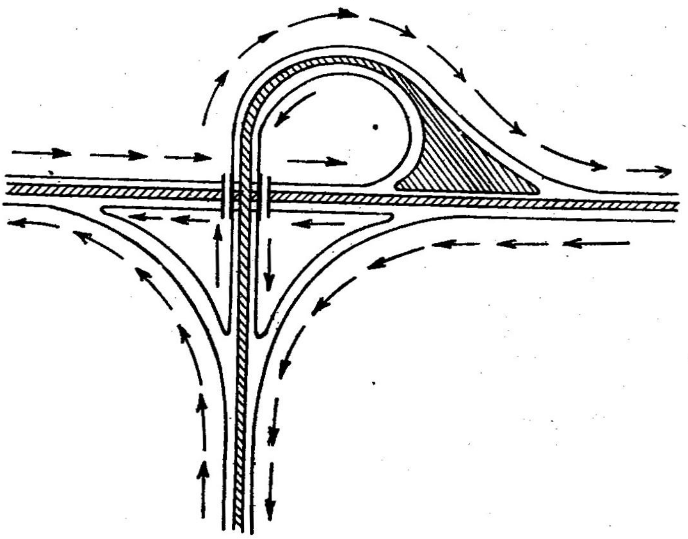


படம் **4–33.**
'கிளாவர்-இலை' அமைப்பு.

(Clover Leaf) அமைப்பினைக் காண்போம். இவ்வகை அமைப்பின் பாதைகள் ஒன்றோடு ஒன்று நேரே குறுக்கிடாமல் வெவ்வேறு மட்டங்களில் குறுக்கிடுகின்றன. வலப்புறமுள்ள சாலைக்குத் திரும்ப, சாலையின் இடப்புறமாகவே பயணம் செய்தல் போதுமானது. மணிக்குச் சுமார் 5,000 ஊர்திகள் செல்லக்கூடிய அளவு போக்குவரவு நடமாட்டமுள்ள இடங்களில் இவ்வகை அமைப்புகள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

படத்திலுள்ள அம்புக்குறி ஊர்திகள் செல்லும் பாதையினைக் குறிக்கின்றன. குறிப்பிட்டதொரு நெறிப்பிரிவில் செல்லும் ஊர்தி வேறு எந்த நெறிப்பிரிவுக்கு வேண்டுமானாலும், இடப்புறம் செல்வதன் மூலமாகவே, செல்ல இயலுவதைக் காணலாம். இவ்வமைப்பு செங்குத்தாகச் சந்திக்கும் இருபாதைகளுக்கு ஏற்றதாகும்.

4–55. 'T' போன்ற வடிவில் சந்திக்கும் சாலைகளுக்கு ஏற்றாற்போல் அமைக்கப்பட்டுள்ள ஊதுகொம்பு வடிவ தாவு–பாலத்தைப் (Trumpet Type Fly Over) படத்தில் காணலாம்.

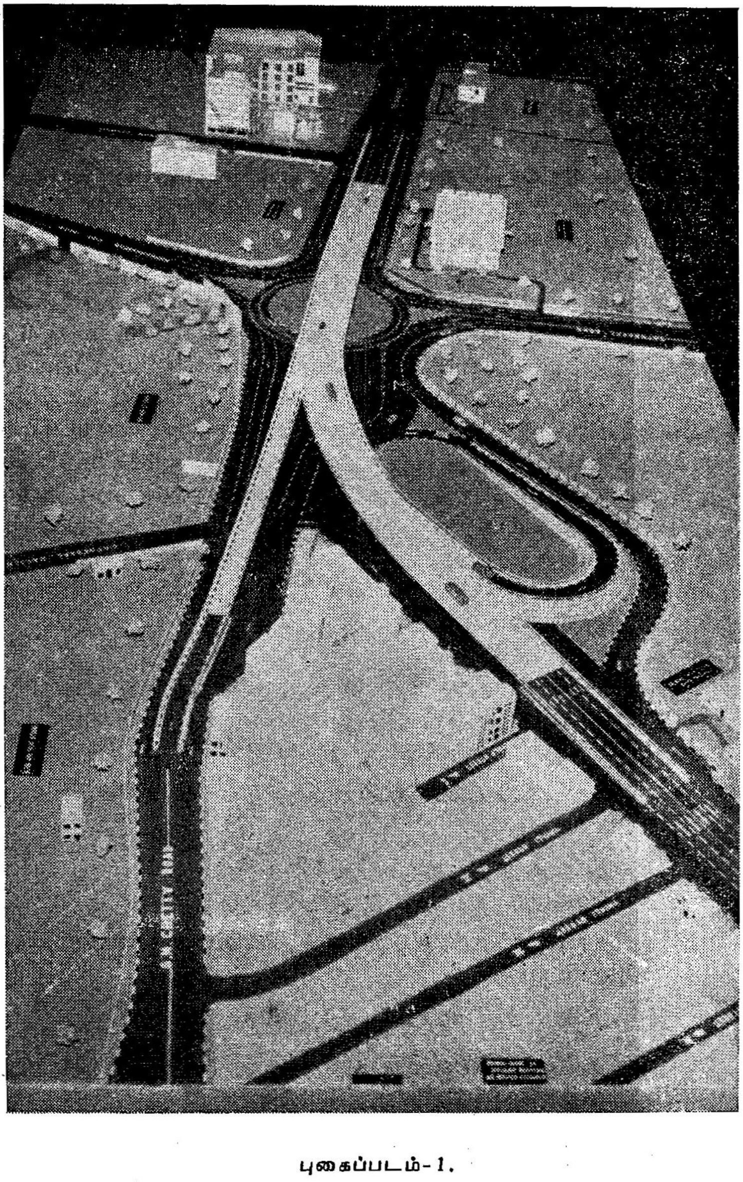


படம் 4-84.

ஊதுகொம்பு வடிவ தாவு பாலம்

நமது மாநிலத்தில், சென்னை ஜெமினிக்கு அருகில் தாவு பாலம் ஒன்றை அமைத்துள்ளனர்.

4-56. காலத்தைப் பொறுத்துப் பிரித்தல் போக்குவரவு சைகைகளால் நடைபெறுகிறது. சூழ்நிலைக்கேற்ப மேற்கண்ட வகைகளுள் ஏதேனும் ஒன்றினையோ அன்றி பலவற்றினையோ பின்பற்றிப் போக்குவரவு நடமாட்டத்தினைப் பிரிக்கலாம்,



புகைப்படம்-1.

அண்ணு தாவு பாலம்
(Anna Fly Over)

[நன்றி:

நெடுஞ்சாலைகள், வீதிகள் ஆகியவற்றின் ஒளி அமைப்பு (Highway and Street Lighting)

4-57. மிகச் சில ஊர்திகளிலிருந்த பழங்காலத்தில் நகரங்களிலும், கிராமங்களிலும் எண்ணெய் விளக்கின் உதவியுடன் போக்குவரவு நடைபெற்றது. ஊர்திகளின் சார்பு இயக்கம் (Relative Movement) முக்கியமானதொன்றாகக் கருதப்படத் தேவையற்ற காலம் அது. விரைந்து செல்லும் ஊர்திகள் பெருகிவிட்ட தற்காலத்தில், இருளில் பயணம் செய்வது பாதசாரிகளுக்கும், ஊர்திகளில் செல்வோருக்கும் பேராபத்தையே விளைவிக்கும். அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் நடத்தப்பெற்ற ஆய்வுகளிலிருந்து ஆண்டொன்றிற்குச் சுமார் 10,000 நபர்கள் போதிய ஒளி அமைப்பின்மையால் விளையும் காட்சி நிலைக் குறைவால் உயிர் இழப்பதாகத் தெரிகிறது. இதுபோன்ற புள்ளி விவரம் நம் நாட்டைப் பொறுத்தவரையில் கிடைக்கவில்லையாயினும், சாலைகளில் போதிய ஒளி இன்மையால் விபத்து நடைபெறுவதை மறுப்பதற்கு இல்லை. தற்காலச் சூழ்நிலையில் சாலைகளில் விபத்து நேராவண்ணம் தடுப்பதற்கும், போக்குவரவு நடமாட்டத்தினைத் துரிதப்படுத்துவதற்கும் போதிய ஒளி அமைப்பு இன்றியமையாததாகும்.

ஒளி அமைப்பின் கோட்பாடுகள் (Principles of Illumination)

4-58. சாலையில் உள்ள பொருள்களை இரவினில் கண்டறிய கீழ்க்காணும் வழிமுறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன:

(1) *நிழலுருவத்தினை உற்று அறிதல்* (Discernment by Silhoutte)

(2) *எதிர்மறை நிழலுருவத்தினை உற்று அறிதல்* (Reverse Silhoutte.)

(3) *நேரடி ஒளியால் உற்று அறிதல்* (Discernment by direct Illumination)

(4) *நிழலை உற்று அறிதல்* (Discernment by Shadow)

(5) *மினுக்கத்தினை உற்று அறிதல்* (Discernment by Glint). *இவற்றினைப்பற்றி சற்று விரிவாகக் காண்போம்.*

(1) நிழல் உருவத்தினை உற்று அறிதல்

பின்னணியைக் காட்டிலும், பொருள் ஒளி மங்கியதாக இருந்தால், பொருளின் புற விளிம்பு நிழல் உருவில் தோன்றும். இதனை உற்று நோக்கி அறிதலையே 'நிழலுருவத்தினை

உற்றறிதல்' என்கிறோம். (எடுத்துக்காட்டு): பாதை மருங்கில் செல்லும் பாதசாரிகளின் உருவங்கள் பின்புறமிருந்து வரும் ஒளியில் நிழலுருவாகத் தெரிதல்.

(2) எதிர்மறை உற்றறிதல்

மேற்கூறியவாறன்றி பின்னணியைக் காட்டிலும், பொருள் ஒளிமிக்கதாய் விளங்கின் தோன்றும் காட்சிநிலை 'எதிர்மறை உற்றறிதல்' ஆகும்.

(3) நேரடி ஒளியால் உற்றறிதல்

பொருளின் மேல்படுகின்ற ஒளி போதிய அளவு இருந்தால், பின்னணியுடன் ஒப்பிட்டுக் காணுமலேயே பொருளின் புறப் பரப்பு விவரங்களை அறிய இயலும். இது 'நேரடி ஒளியால் உற்றறிதல்' எனப்படுகின்றது. இரவிலும் சுறுசுறுப்பாக இயங்கும் வியாபாரத் தலங்களில் இம் முறை பெரிதும் உதவுகின்றது. முதலிரண்டு முறைகளைக் காட்டிலும், இம் முறையில் உற்றறிய அதிக ஒளி இருக்கவேண்டும்.

(4) நிழலை உற்றறிதல்

நிழலைக்கண்டு பொருள் இருப்பதை உய்த்துணர்தலை 'நிழலை உற்றறிதல்' என்கிறோம்.

(5) மினுக்கத்தினை உற்றறிதல்

பொருளின் பளபளப்பான மேற்பரப்பில் பட்டுத் தெறிக்கும் ஒளியினைக்கொண்டு அறிதலை 'மினுக்கத்தினை உற்றறிதல்' என்கிறோம்.

4-59. மேற்கண்ட முறைகளின் அடிப்படையில், சாலையில் இரவு வேளைகளில் காட்சி நிலையினைப் பாதிக்கும் காரணக் கூறுகளைப் பின்வருமாறு வரிசைப்படுத்தலாம்:

(i) சாலையிலோ அல்லது அதன் அருகிலோ உள்ள பொருளின் அளவும், பொலிவும் (Brightness).

(ii) சாலைப் பின்னணியின் பொலிவு.

(iii) சாலைத் தளத்தின் பொலிவு.

(iv) பொருளுக்கும், அதன் சுற்றுப்புறங்களுக்கும் உள்ள மாறுபட்ட தன்மை (Contrast).

(v) பொருளைப் பார்ப்பதற்குக் கிடைக்கும் கால அளவு.

(vi) சாலைத்தளத்தின் பிரதிபலிக்கும் தன்மை.

(vii) ஓட்டுநரின் கண்களில் ஏற்படும் கூசொளி (Glare).

4-60. இவற்றுள் சிலவற்றினைப்பற்றி சற்று விரிவாகக் காண்போம். பொருளுக்கும் அதன் சுற்றுப் புறங்களுக்குமுள்ள மாறுபட்ட தன்மை மிக முக்கியமானதொன்றாகும். 1934ஆம் ஆண்டு அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளிலுள்ள மெசாசுசெட்ஸில் (Massachusetts) நடத்தப்பெற்ற ஆய்வுகளிலிருந்து "இருண்ட பின்னணியில் வெள்ளை உடையணிந்த மனிதர்கள், கருமையான உடை அணிந்தவர்களைக் காட்டிலும் இருமடங்கு தெளிவாகத் தென்படுகிறார்கள்" என அறிய வருகிறது. ஊர்திகளின் முன்விளக்கு ஒளியைச் சாலையின் தளம் பிரதிபலித்தலால், பாதசாரிகளின் கால் பகுதிகளும், ஊர்திகளின் கீழ்ப்பகுதிகளும், கருமையான பொருள்களும் சாலையின் பின்னணியில் நிழலுருவில் தெரிகின்றன. எனவே, சாலைத்தளத்தின் பிரதிபலிக்கும் தன்மையும் இன்றியமையாத மற்றொரு காரணக்கூறாகும். இது குறித்துத்தான் சாலையின் தளத்தின் ஒளியைப் பிரதிபலிக்க வல்ல வெளிர் நிறங்களைப் பூசுகின்றனர்.

4-61. மழைநீரும் சாலைத்தளத்தின் நிறமும் சேர்ந்து இரவு நேரங்களில் ஓட்டுநரின் கண்களைக் கூசச் செய்வதன் மூலம் கண்களைச் சிறிதுநேரம் தற்காலிகக் குருடாக்கிவிடுகின்றன. இதனால் விபத்துகள் நேரிட வாய்ப்புண்டு. சான்றாக, நீண்ட கால பயனின் காரணமாக வழுவழுப்பாக மாறிவிட்ட புகைக்கீல் (Asphalt) தளம், ஈரமானவுடன் கண்களைக் கூசச் செய்து ஓட்டுநரின் கண்களைத் தற்காலிகக் குருடாக்கி விடுகின்றன. இவ்வாறான சாலைகளின் தளத்தைச் சொரசொரப்பாக மாற்றியமைத்தல் நலம். சாலை விளக்கின் உயரத்தினைப் பொறுத்துத் தற்காலிகக் குருடாக்கும் விளைவும் மாறுபடுகின்றது. சாலையிலிருந்து விளக்குப் பொருத்தப்பட்டுள்ள உயரம் அதிகரிப்பின், குருடாக்கும் விளைவு குறைகிறது. இத்தன்மையினை அடுத்த பக்கத்தில் உள்ள படம் 4-35. விளக்குகின்றது.

ஒளி அமைப்பின் திறன் (Efficiency of Lighting System)

4-62. ஒளி அமைப்பின் திறனைக் கீழ்க்காணும் காரணக் கூறுகள் பாதிக்கின்றன:

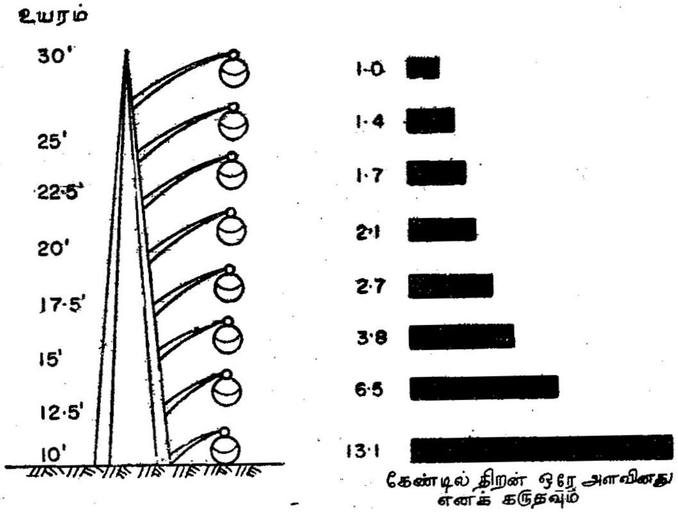
(1) விளக்கின் அமைப்பாண்மை (Lamp Design).

(2) விளக்குக் கம்பங்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ள இடங்கள் (Sitting of Lamp Posts).

(3) விளக்குகளின் இடைத்தூரம் (Spacing of Lamps).

(4) விளக்கு பொருத்தப்பட்டுள்ள உயரம் (Mounting Height)

(5) கம்பத்தைவிட்டு வெளியே நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் நீளம் (Overhang of the Lamp).



படம் 4-35
சாலை விளக்கின் அமைப்பாண்மை

விளக்கின் அமைப்பாண்மை

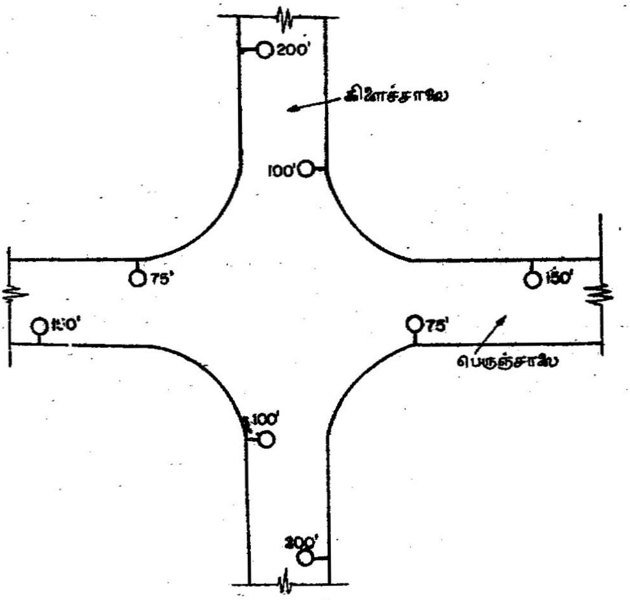
4-63. வீதிகளுக்கும், நெடுஞ்சாலைகளுக்கும் பயன்படும் விளக்குகள் சாதாரணமாக இழை மின்விளக்குகள் (Filament Lamp), சோடியம் ஆவி விளக்கு (Sodium Vapour Lamp), ஒளிர் விளக்கு (Fluorescent Lamp) போன்றவையாகும். ஒரே அளவான ஒளியூட்டத்தில் (Illumination) மேற்கூறிய விளக்குகள் யாவும் ஒரே அளவான காட்சி நிலையை ஏற்படுத்துகின்றன. ஏனெனில், விளக்கொளியின் நிறம் பார்வையினைக் குறிப்பிடத் தக்க அளவிற்குப் பாதிப்பதில்லை. மேற்கூறிய விளக்குகளில் இழை மின்விளக்குகளே வீதிகளிலும், நெடுஞ்சாலைகளிலும் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வகை விளக்குகள் பல்வேறு அளவுகளிலும் கிடைக்கின்றன. இவை மனத்திற்கு மகிழ்ச்சியூட்டும் நிறத்தில் ஒளி தருபவை; சிக்கனமானவை. சோடியம் ஆவி விளக்குகள் மஞ்சள்–ஆரஞ்சு வண்ண ஒளி வீசுபவை. இந் நிறம் எச்சரிக்கையினைக் குறிப்பதால், போக்கு வரவு நடமாட்டத்தில் குறுக்கீடுகள் நிறைந்த பகுதிகளில் இவை பயன்படுகின்றன. பாதரச ஆவி விளக்குகளின் ஒளி நீலம் கலந்த வெண்மையாகும், இவற்றின் பயன் நாளுக்கு நாள் அதிகரித்து வருகின்றது. சுரங்கங்களிலும், அடிநில

வழிகளிலும் ஒளிர் விளக்குகளைப் பொருத்துகின்றனர். கண்களைக் கூசச் செய்யாத இதமான வெண்மை நிற ஒளியினை இவை தருகின்றன.

4-64. விளக்கின் அளவும், வடிவமும் ஒளி அமைப்புத் திறனில் முக்கியப்பங்கை வகிக்கின்றன. புள்ளியொன்றிலிருந்து குறுகிய பட்டைவடிவில் கிடைக்கும் ஒளி கண்களைத் தற்காலிகக் குருடாக்குகின்றது. நீண்ட வடிவ (Elongated) விளக்குகளை வீதியில் பொருத்துவதால், சாலைத்தளத்தின் பிரதிபலிப்பு அதிகரிப்பதுடன் ஒளியும் அகன்ற பட்டைவடிவில் கிடைக்கின்றது. விளக்கிலிருந்து வீசும் ஒளி ஒரே அளவினதாகவும், கண்களைக் கூசச் செய்யாதவாறும் இருக்கவேண்டும்.

விளக்குக் கம்பங்கள் பொருத்தப்பட வேண்டிய இடங்கள்

4-65. மூன்று முறைகளில் விளக்குக் கம்பங்கள் வீதிகளில் பொருத்தப்படுகின்றன.



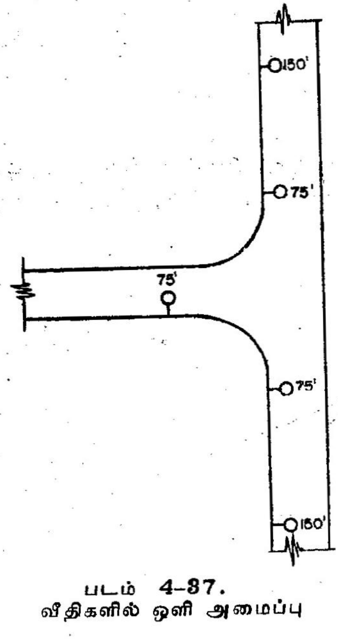
படம் 4-36.
வீதிகளில் ஒளி அமைப்பு.

(a) சாலையின் ஒரே பக்கத்தில் எல்லா விளக்குக் கம்பங்களையும் அமைத்தல்.

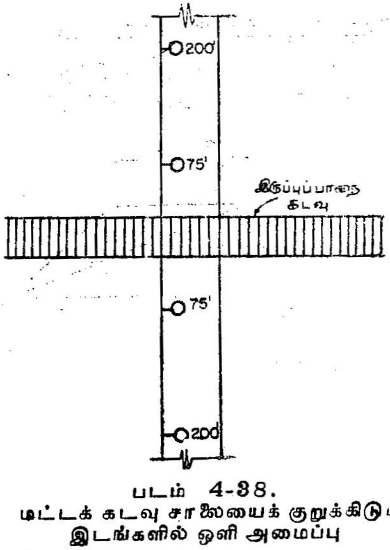
(b) சாலையின் மத்தியில் தொங்கும் விளக்குகள் அமைத்தல்.

(c) சாலையின் இருபுறங்களிலும் அமைத்தல்.

குறுகலான சாலைகளிலும், போக்குவரவு நடமாட்டம் குறைவாக உள்ள சாலைகளிலும் முதன் முறை பெரிதும் பழக்கத்தில் உள்ளது. மற்ற இரு முறைகளும் அகன்ற முற்றூடான வழிகளிலும் (Through Fares,) போக்குவரவு நடமாட்டம் நிறைந்த சாலைகளிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. சாலையிலுள்ள எல்லா குறுக்கீடுகளையும் தக்க முறையில் ஒளிபெறச் செய்யவேண்டும். (எடுத்துக்காட்டுகள்): சாலைத்திட்டு, மட்டக் கடவு போன்றவை. இவ்வாறே பாதை வளைவுகளிலும், மலைச் சாலைகளிலும் தக்க முறையில் ஒளியமைத்தல் நெடுஞ்சாலைப் பொறியாளர்களின் தலையாய பணியாகும். ஒளி அமைப்பு முறையைப் படங்கள் 4-36, 4-37, 4-38 ஆகியவை விளக்குகின்றன.



படம் 4-37.
வீதிகளில் ஒளி அமைப்பு



படம் 4-38.
மட்டக் கடவு சாலையைக் குறுக்கிடும் இடங்களில் ஒளி அமைப்பு

விளக்குகளின் இடைத் தூரம்

4-66. அதிக அளவுப் பொலிவு கிடைப்பதால் விளக்குகளை அருகருகே அமைத்தல் நல்லது. சாலையின் முக்கியத்துவத்தைப் பொறுத்து இடைத்தூரத்தை அமைக்கவேண்டும்.

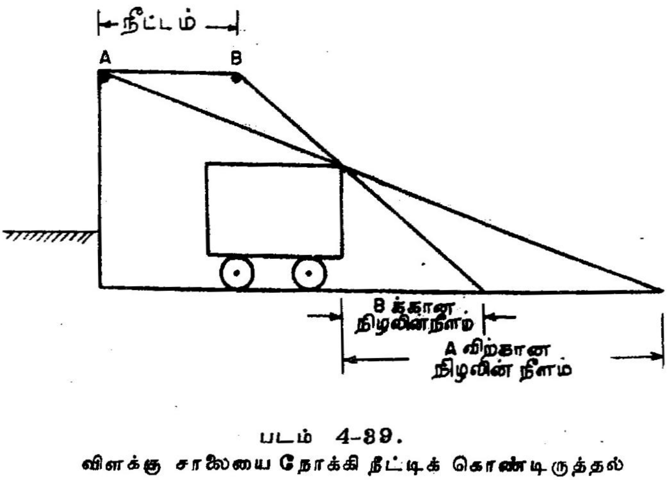
ஒரே தொடர்ச்சியாக ஒளி கிடைக்கும் வண்ணம் சாலை விளக்குகளை அமைக்கவேண்டும். சாதாரணமாக 120′ இடை வெளியில் வீதிவிளக்குகள் அமைக்கப்படுகின்றன. ஆயினும் விளக்குக் கம்பங்களை அமைக்கும் முறையினைப் பொறுத்து இவ் விடைவெளி மாறும். படங்கள் 4–36 — 4-38 இதனை விளக்கு கின்றன.

விளக்குப் பொறுத்தப்பட்டுள்ள உயரம்

4-67. ஒளி சிதறும் விதத்தினையும், கூசொளி வீசும் தன்மையினையும், விளக்குப் பொருத்தப்பட்டுள்ள உயரம் பாதிக்கின்றது. இவ் வுயரம் அதிகரிக்க, அதிகரிக்கக் கூசொளி வீசும் தன்மை குறைகிறது; ஒளியும் தலைகீழ் விகித இருமடி விதிப்படி (Inverse Square Law) பரவலாகச் சிதறுகின்றது. 20 அடி முதல் 30 அடி உயர்வு வரையிலும் விளக்குகளை அமைத்தல் நல்லது. ஒரே சீரான ஒளி கிடைப்பதனையே முக்கியமாகக் கவனிக்கவேண்டும். அடுத்துள்ள இரு விளக்கு களின் ஒளி ஒன்றன்மேல் ஒன்ருய் விழுகின்றவாறு விளக்கு களைப் பொருத்தவேண்டும்.

வெளி நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் நீளம்

4-68. சாலை மருங்கிற்கு நேர்மேலே விளக்கு இருப்பதாகக் கொள்வோம். அந் நிலையில் மருங்கு பகுதியிலும், அதற்கு



படம் 4-89.
விளக்கு சாலையை நோக்கி நீட்டிக் கொண்டிருத்தல்

அருகில் உள்ள இடங்களிலும் அதிக ஒளி கிடைக்கின்றது. இத்துடன் மட்டுமின்றி சாலையில் செல்லும் ஊர்திகளின் நிழல்

களும் நீண்டிருக்கும். இதற்குப் பதிலாக, விளக்கு சாலையை நோக்கிச் சற்று நீட்டிக்கொண்டிருந்தால், ஒளி பரவலாகக் கிடைப்பதுடன் ஊர்திகளின் நிழல்களும் நீண்டு காணப்படுவதில்லை. இதனைப் படம் 4–39 விளக்குகின்றது.

ஒரே பக்கத்தில் விளக்குகள் உள்ள சாலைகளில் மேற்கூறிய குறைபாடுகள் தெற்றெனத் தெரியும். சாதாரணமாக சுமார் 5 அடி தூரம் வரை கம்பத்திலிருந்து சாலையை நோக்கி விளக்கு நீட்டிக்கொண்டிருக்கலாம்.

4–69. சாலையில் இருக்கவேண்டிய ஒளி அளவினை (அடிக் காண்டில் அலகில்) கூறுவதற்கென அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் கீழ்க்காணும் முறையைப் பின்பற்றுகின்றனர்.

தேவைப்படும் ஒளி அளவினை அறுதியிட்டுக் கூறுவதற்கென ஊர்திகள் நடமாட்டத்தினைப் பின்வருமாறு பிரிக்கின்றனர்.

பிரிவு வகை	இரவு வேளையில், ஒரு மணி நேரத்திற்கு இரு திசைகளிலும் நடைபெறும் அதிக அளவு ஊர்தி நடமாட்டம்
மிகக் குறைந்த நடமாட்டம் (Very Light)	150–க்குக் கீழ்
குறைந்த நடமாட்டம் (Light)	150–500
நடுத்தர நடமாட்டம் (Medium)	500–1,200
அதிக நடமாட்டம் (Heavy)	1,200–2,400
மிக அதிக நடமாட்டம் (Very Heavy)	2,400–4,000

இவ் விதமே பாதசாரிகளின் நடமாட்டத்தினையும் பிரிக்கின்றனர்.

பிரிவு வகை	இடங்கள்
மிகக் குறைந்த நடமாட்டம்	குடியிருப்புப் பகுதிகள், பண்டக சாலைகள், விரைவு வழிகள் (Express ways) ஆகியவை
நடுத்தர நடமாட்டம்	தொழிற்சாலைப் பகுதிகள், முக்கியத்துவம் சற்று க்குறைந்த வியாபாரத் தலங்கள்.
அதிக நடமாட்டம்	வியாபாரம் நடைபெறும் பகுதிகள்.

இவ் விதம் போக்குவரவு நடமாட்டத்தினை வகை செய்த பின்னர் ஒவ்வொரு வகை நடமாட்டத்திற்கும் வேண்டிய ஒளி அளவினைக் கீழ்க்காணும் அட்டவணையிலிருந்து பெறலாம்.

அட்டவணை 4-2.

பாதசாரிகளின் நடமாட்ட அளவு	ஊர்தி நடமாட்ட அளவு/ இரவு வேளையில் ஒரு மணி நேரம்			
	மிகக் குறைந்த நடமாட்டம் 150 வரையிலும்	குறைந்த நடமாட்டம் 150 – 500	நடுத்தர நடமாட்டம் 500–1,200	அதிக நடமாட்டம் 1,200-2,400
		சராசரி அடிக் காண்டில் அளவு		
அதிக நடமாட்டம்	0·8	0·8	1·0	1·2
நடுத்தர நடமாட்டம்	0·6	0·6	0·8	1·0
குறைந்த நடமாட்டம்	0·2	0·4	0·6	0·8

சராசரியாக ஒளியினைப் பிரதிபலிக்கும் தன்மையுள்ள சாலைகளுக்கான ஒளி அளவினையே அட்டவணை தருகின்றது. மிகக் குறைந்த அளவு ஒளியினைப் பிரதிபலிக்கும் தன்மையுள்ள சாலைகளுக்கு, அட்டவணையில் காணும் அளவுகளை 50% உயர்த்த வேண்டும்; சீரிய முறையில் ஒளியினைப் பிரதிபலிக்கும் சாலைகளுக்கு 25% குறைக்கவேண்டும்.

இரண்டாம் பகுதி

நெடுஞ்சாலை அமைப்பிடம், வடிமானம், வடிவ அமைப்பாண்மை

(Highway Location, Drainage and Geometric Design)

5. நெடுஞ்சாலை அமைப்பிடம்

(Highway Location)

அறிமுகம்

5–1. பொறியியலின் அடிப்படையில் 'நெடுஞ்சாலை அமைப்பிடம் குறித்தல்' என்பது அண்மையில் தோன்றிய ஒன்றாகும். குறிப்பாக நமது நாட்டில் மிக மிக அண்மையில் தோன்றியது எனலாம். போக்குவரத்துத் துறையில் புரட்சியினை ஏற்படுத்தியுள்ள விரைவுடன் செல்லும் ஊர்திகள் மிகுந்து விட்ட இன்றைய நிலையில், புதியதாக அமைக்க விருக்கும் சாலைக்கு வேண்டிய அமைப்பிடத்தினைக் குறித்தலும் ஆதாய வன்மை மிக்க தடத்தினைத் (Route) தேர்ந்து எடுத்தலும் எளிதான காரியங்கள் அல்ல. தடையேதுமின்றியும், பாது காப்புடனும், சிக்கனமாகவும் ஊர்திகள் செல்லத்தக்க வண்ணம் நெடுஞ்சாலைகளை அமைக்க வேண்டும். குறிப்பிட்ட பகுதியில் வாழும் பெரும்பான்மையான மக்கள் எளிதில் அடைதலுக்கு ஏற்றாற்போல் அத் தடத்தினை அமைத்தல் அவசியம். முக்கியமான நகரங்கள், கிராமங்கள், விவசாயப் பண்ணைகள், தொழிற்சாலைப் பகுதிகள் ஆகிய பலவகைப்பட்ட இடங்களுக்கும் வசதி தரும் வகையில் புதியதாகக் கட்டப்பட்டவிருக்கும் சாலை இருக்கவேண்டும். அதே சமயம் சாலையின்

நீளமும் தேவைக்கு மேல் இருக்காமலும் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். நெடுஞ்சாலைப் பொறியியல் வல்லுநர்களின் பணியிலுள்ள சிக்கல்கள் தாம் எத்துணை ! அவற்றை அவர்கள் தீர்த்து வைக்கும் விதங்கள் தாம் என்னே !

5-2. சாலையின் மையக்கோடு அமைகிற நிலைக்கு 'நெடுஞ்சாலை அமைப்பிடம்' என்று பெயர். இது இரு கூறுகளைக் கொண்டது. ஒன்று 'கிடைக்கூறு' (Horizontal Component) அல்லது 'கோடு' (Line); மற்றொன்று 'நிலைக்குத்துக் கூறு, (Vertical Component) அல்லது சாய்வுக் கூறு (Grade). இவ்விரு கூறுகளும் சாலையொன்றினை நிரல்படுத்துதற்கு (Alignment) இன்றியமையாதவையாகும். சமவெளிப் பகுதிகளில் கிடைக்கூற்றை மட்டும் கவனித்தல் போதுமானது. ஆனால், சமவெளியல்லாத பகுதிகளில் கிடைக்கூறு, குத்துக்கூறு ஆகிய இரண்டினையும் கவனித்தல் வேண்டும். சாலையொன்றினை அமைப்பதற்கான அமைப்பாண்மை படித்தரங்களை (Design Standards) மனத்திற்கொண்டு மிகச் சிறந்த அமைப்பிடத்தினைக் குறித்துவிட்டால் பிறகு அதனை மாற்றுதல் மிகக் கடினமான காரியமாகும்.

5–3. நெடுஞ்சாலை அமைப்பிடத்தினைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணக் கூறுகள் பல உள. இலட்சிய நிலைமைகளில் (Ideal Conditions) நெடுஞ்சாலை அமைப்பிடம் கீழ்வரும் இயல்புகளைப் பெற்றிருத்தல் வேண்டும்.

(i) மிகக் குறைந்த நீளம் அல்லது நேர்குறுக்கான தூரம். (Minimum Length of Directness).

(ii) சாய்வு வீதம் குறைந்த சரிவுகள் (Low Grades).

(iii) எளிய வளைவுகள் (Easy Curves).

(iv) நல்ல பார்வைத் தூரம் (Good Sight Distance).

(v) வலுவான கடைக்கால் (Strong Foundation).

(vi) போதிய வடிமானம் (Adequate Drainage).

(vii) மிகக் குறைந்த மண் வேலை (Least Earthwork).

(viii) அகன்ற 'வழிநடப்பு உரிமை' (Wide Right of way).

(ix) ஆறுகள், இருப்புப் பாதைகள் மற்றும் நெடுஞ்சாலைகள் ஆகியவற்றைக் கடப்பதற்கு உகந்த பகுதிகள்.

(x) குறைந்த தூரத்தில் சாலை அமைப்பதற்கான பொருள்கள் கிடைத்தல்.

5-4. இரு இடங்களுக்கிடையே உள்ள நேர் குறுக்கான தூரம் மிகக் குறைவாக இருந்தால், சாலை கட்டுவதற்கான செலவு குறையும். எனவே, இயன்றவரையில் நேர்குறுக்காகச் சாலையினை அமைத்தல் சிறப்பு. ஆயினும், கீழ்வரும் சூழ்நிலைகளில், இதிலிருந்து மாறுபட நேரிடுகிறது:

(1) தாழ்வான சதுப்பு நிலங்களைத் தவிர்த்தல்.

(2) பாலத்திற்கு வேண்டிய நல்ல வலுவான கடைக்கால் அமைப்பதற்கென மோசமான ஆற்றுக் கடவுகளைத் (River crossings) தவிர்த்தல்.

(3) காடுகள், விளை நிலங்கள், கட்டடங்கள் நிறைந்த பகுதிகளைத் தவிர்த்தல்.

(4) சாய்வுவீதம் குறைந்த சரிவுகள் கிடைப்பதற்காக உயர்ந்த மலைகளையும், மலைத் தொடர்களையும் தவிர்த்தல்.

(5) விலை உயர்ந்த நிலங்களை வாங்குவதைத் தவிர்த்தல்.

(6) அதிக அளவு (எண்ணிக்கையில்) நீரோடைக் கடவுகளைத் தவிர்த்தல்.

(7) அண்டை நாடுகளுக்குள் சாலை செல்வதைத் தவிர்த்தல்.

(8) அதிக அளவு கிராமங்களுக்குப் பயன் அளித்தல்.

5-5. நேர்குறுக்காகச் சாலை அமைத்தலைக் காட்டிலும் எளிமையான சரிவுகள் இருக்குமாறு செய்தல் சாலை அமைப்பில் முக்கியமானதாகும். உயர்ந்த சரிவுகள் மோட்டார் ஊர்திகளின் இயக்கச் செலவினையும், குதிரை, மாடு போன்ற கால்நடைகள் பூட்டப்பட்ட வண்டிகளை இழுப்பதற்குத் தேவைப்படும் இழுப்புச் சக்தியினையும் அதிகரிக்கச் செய்கின்றன.

ஊர்திகள் அமைப்பாண்மை வேகம் குறையாமல் செல்வதற்கு ஏற்றவாறு சாலை வளைவுகளின் ஆரைகள் அளவில் பெரியதாய் இருக்கவேண்டும். சாலையிலுள்ள மற்ற வளைவுகளைக் காட்டிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட வளைவு கூர்மையாக (குறைந்த ஆரையுடன்) இருந்தால் அப் பகுதியில் விபத்துகள் அடிக்கடி நேர வாய்ப்பு உண்டு. பாதுகாப்பான பயணத்திற்திற்குப் பார்வைத்தூரம் இன்றியமையாதது. எந்த ஒரு சாலைத்தளமும்

அதன் கடைக்காலைவிட சிறப்பாக இருக்காது. எனவே, தரமற்ற மண், போதிய வடிமானம் இல்லாத பகுதி ஆகியவற்றைத் தவிர்த்தல் வேண்டும். பாறைகள், பெரும் கற்கள் ஆகியவை நிறைந்த பகுதிகளைத் தவிர்க்க வேண்டும், ஏனெனில் அப் பகுதிகளில் தோண்டுவது சாலை அமைப்புச் செலவினை அதிகரிக் கச் செய்கிறது. நகரங்களின் வழியே சாலையினைக் கொண்டு செல்வது 'வழிநடப்பு உரிமைக்'கான செலவினை அதிகரிக்கச் செய்கின்றது. ஆறுகளையும், இருப்புப் பாதைகளையும், நெடுஞ் சாலைகளையும் கடப்பதற்கு ஏற்ற நல்ல இடங்களைத் தேர்ந் தெடுக்க வேண்டும். சாலை அமைப்பதற்கு வேண்டிய கப்பி, சரளை போன்ற பொருள்கள் கிடைக்கும் தொலைவினைப் பொறுத்து சாலையின் நிர்மாணச் செலவுகள் அமையுமாதலால், அவை அண்மையில் கிடைக்கும் வண்ணம் சாலை அமைப்பிடத் தைக் குறித்தல் வேண்டும். இறுதியாக 'போக்குவரவு நடமாட் டத்திற்குப் பயன்படுதலே சாலைகளின் கடனு'தலால், அவை செல்லும் பகுதிகளின் முன்னேற்றத்திற்கு வழி வகுக்கும் வகையில் அவற்றின் அமைப்பிடத்தைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

மலைப்பாங்கான பகுதிகளில் சாலை அமைப்பிடத்தைத் தேர்ந்தெடுத்தல்

5–6. சாய்வு விகிதம் அதிகமுள்ள செங்குத்தான மலை களைக் கடந்து செல்லும் பொழுது நேரே அதன் மேல் செல்லு வதைக் காட்டிலும் அதனைச் சற்றி வளைந்து செல்லுதலே சிறப்பு. தக்க முறையில் மலையைச் சுற்றிச் செல்லுமாறு அமைக்கப்படும் வளைவுச் சாலை மலையின்மேல் நேரே செல்கின்ற பாதையைக் காட்டிலும் நீளம் அதிகமுடையதாயினும், அதில் சாய்வு விகிதத்தைக் குறைத்து அமைக்க இயலுமாகையால் ஊர்திகள் விரைந்தும், அதிக அளவுச் சுமையேற்றியும் செல்ல லாம். எனவே, மலைச்சாலைகள் அமைப்பதிலும் சாலையின் நீளத்தைக் காட்டிலும், அதன் சாய்வு விகிதத்திற்கே முதலிடம் தருதல்வேண்டும். சில சமயங்களில் குறுகலானக் குன்றினைக் கடக்கச் சுரங்கவழி அமைத்தலுமுண்டு. உறுதி குறைந்த தளர்ந்த பொருள்களாலும் (Loose Materials), நீர் ஊடுருவிச் செல்லும் களிமண் இடைப்படுகைகள் (Seams) கொண்ட பாறை களாலும் ஆன சரிந்த படுகைகள் (Strata) எதிர்ப்படுமிடங்களில் படுகைகளின் சாய்வினைக் (Inclination) கண்டறிய வேண்டும். இவ்விதப் படுகைகளின் சாய்மானம் மலையை நோக்கி இருந் தால், சாலையை அப் பகுதியில் அமைக்கலாம். ஏனெனில், அப்பொழுதுதான் படுகைகளில் ஏதேனும் இயக்கம் ஏற்படின், அவ் வியக்கம் கீழ்நோக்கி நிகழாமல் மலையை நோக்கி நிகழும்.

நெடுஞ்சாலை அமைப்பிடத்திற்கான நில அளவைகள் (Highway Location Surveys)

5-7. நெடுஞ்சாலை அமைப்பிடத்திற்கான நில அளவைகள் :

(1) வெள்ளோட்ட சுற்றுய்வு (Reconnaissance Survey)

(2) முன்னீடு நில அளவை (Preliminary Survey)

(3) அமைப்பிட நில அளவை (Location Survey)

வெள்ளோட்டச் சுற்றுய்வு

5-8. கருவிகள் ஏதுமின்றி நடத்தப்படும் நில அளவைக்கு 'வெள்ளோட்டச் சுற்றுய்வு' என்று பெயர். இது கீழ்க் காணும் காரணங்களுக்காக நடத்தப்பெறும்:

(a) குறிப்பிட்ட தொரு பகுதியில் சாலை அமைப்பதற்கு உள்ள சாத்தியக் கூறுகளை அறிதல்.

(b) மிகச் சிறந்த தடத்தினைத் தேர்ந்தெடுத்து நிலப் படத்தில் (Map) அதனைக் குறித்தல்.

(c) அறிக்கை ஒன்றைத் தயாரித்தல்; திட்டத்திற்கான தோராயமான செலவுகளை மதிப்பீடு செய்தல்.

'பரப்பு வெள்ளோட்டச் சுற்றுய்வு,' 'தடவெள்ளோட்டச் சுற்றுய்வு' என வெள்ளோட்ட சுற்றுய்வு இரு படிகளில் நடத்தப் பெறுகின்றது. இந்திய நில அளவைக் குழுவினராலோ அல்லது அது போன்ற மற்ற நிறுவனங்களாலோ தயாரிக்கப் பட்ட நிலப்படங்கள், விண்ணிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட புகைப் படங்கள் போன்றவற்றிலிருந்து குறிப்பிட்ட பரப்பின் வெள்ளோட்ட ஆய்வுகள் நடத்துதல் முதல்படிநிலை. இந் நிலப் படங்கள் மீது, அமைக்கப்படவிருக்கும் சாலைக்கு ஏற்ற பல தடங்களைக் குறிப்பர். சில சமயங்களில் அவற்றுள் சிறந்த தெனக் கருதப்படுவதைத் தேர்ந்தெடுக்கவும் செய்வர். சாலையின் இரு முடிவு முனைப் புள்ளிகள் (Terminal Points), நதிக் கடவுகள், இருப்புப் பாதைக் கடவுகள் போன்ற முக்கிய மான இடங்களையும் அவற்றில் குறிப்பார்கள்.

5-9. விண்ணிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட புகைப்படங்கள் கிடைத்தால், அவற்றிலிருந்து பன்னிலை இணைப்புத் தோற்ற வரைவு (Mosaic) தயாரிக்கப்படுகின்றது. இதனைத் திட்டக்

காட்சிக் கருவியில் (Stereoscope) வைத்து ஆய்வு செய்து, சாலைக்கேற்ற தடங்களை அறிவர்.

5-10. இவ்வாறு நிலப்படங்களோ அல்லது விண்ணி லிருந்து எடுக்கப்பட்ட புகைப்படங்களோ கிடைக்காவிடின், பரப்பு வெள்ளோட்ட ஆய்வும், தடவெள்ளோட்ட ஆய்வும் ஒன்றுகின்றன. இவ்வாறான சந்தர்ப்பங்களில் பாதையின் இரு முடிவு முனைகளையும் கால்களினாலோ குதிரை, ஒட்டகம் போன்றவற்றின் உதவியாலோ அல்லது விமானங்கள் மூல மாகவோ கடந்து, வெவ்வேறு தடங்களை ஆய்வு செய்தலே இயலும். வெவ்வேறு தடங்களை நடைமுறை படுத்தக்கூடிய சாத்தியக் கூறுகளை இம் முறையினால் அறியலாம். மேலும், அண்மைப் பகுதிகளிலுள்ள கிணறுகள், பள்ளங்கள் ஆகிய வற்றினைக் கவனிப்பதன் மூலம் அடிநிலத்தின் தன்மையினை அறிய முடிகிறது. இவ்வாறு வெள்ளோட்ட ஆய்வின் மூலம் பல தகவல்கள் கிடைக்கின்றன. இத் தகவல்களை ஒன்று திரட்டி, ஒழுங்கு செய்து அறிக்கை ஒன்றினைத் தயாரிக் கின்றனர். அதில் கீழ்க்காணும் விவரங்கள் அடங்கி இருக்க வேண்டும்:

(1) திட்டத்தின் பெயர்.

(2) சாலையின் முடிவு முனைகள்; தோராய நீளம்.

(3) நில அளவையர் (Surveyors) எதிர்பார்க்கும் போக்கு வரவு நடமாட்ட நிலைமைகள், அமைப்பாண்மைப் படித் தரங்கள்.

(4) எல்லாத் தடங்களும் குறிக்கப்பட்டுள்ள நிலப்படங்கள், விண்ணிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட புகைப்படங்கள் ஆகியவை. இவற்றில், தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட சாலையின் தடத்தைத் தெளி வாகக் குறிக்கவேண்டும்.

(5) தவிர்க்கப்படவேண்டிய இடங்களையும், தொட்டுச் செல்லவேண்டிய இடங்களையும் குறிக்கவேண்டும்.

(6) நிலப்படம் தயாரிக்கப்பட்ட தேதி (Date of Map), ஆய்வுகளின் தன்மை, அளவு போன்றவை இடம் பெறல் வேண்டும்.

(7) குறிக்கப்பட்டுள்ள பகுதியின் இயல்புகள், மண்வகை, வடிமானம் போன்றவை.

(8) தற்போதுள்ள தோற்றம், அப் பகுதியிலுள்ள நிலங்கள் பயன்படுத்தப்படும் விதம்.

(9) தற்போது கிடைக்கக்கூடிய போக்குவரத்து வசதிகள்.

(10) அப் பகுதியில் கிடைக்கும் பொருள்கள்.

(11) பரிந்துரை செய்யப்பட்ட சாலை மேற்பரப்பின் வகை.

(12) குறிப்பிட்ட இடத்தினைத் தேர்ந்தெடுத்ததற்கான காரணங்கள்.

(13) மற்ற தடங்களைப்பற்றிய ஆய்வுரைகள், மேற்கொண்டு ஆய்வு நடத்துவதற்கான கருத்துரைகள்.

(14) பரிந்துரை செய்யப்பட்ட சாலை மேற்பரப்பு வகைக்கு ஒரு மைல் நீளத்திற்கு ஆகும் தோராயமான செலவு மதிப்பீடு.

(15) அறிக்கையைத் தயாரித்த அலுவலர்.

மலைப்பாங்கான பகுதிகளில் நடத்தப்பெறும் வெள்ளோட்ட ஆய்வினைக் காட்டிலும், சமவெளியில் நடத்தப்பெறும் ஆய்வு எளிமையானது.

முன்னீடு நில அளவை — Preliminary Survey

5-11. அமைக்கவிருக்கும் சாலையின் கிடைக்கோட்டின் அமைப்பிடத்தினைத் தீர்மானிப்பதற்கே 'முன்னீடு நில அளவை' நடத்தப்படுகிறது. இவ்வாருன முன்னீடு நில அளவையைத் தொடங்கும் முன்னர், பொறியியல் வல்லுநர்களுக்கு 'எங்கு, என்ன, எப்பொழுது' என்ற மூன்று வினுக்களுக்கும் விடை தெரிந்திருத்தல் வேண்டும். இதனை ஆங்கிலத்தில் 3 W's என்பர். 3 W's என்பது (Where, What and When) ஆகிய மூன்றினையும் குறிக்கின்றது.

(1) சாலை எங்குத் தொடங்கி எங்கு முடிகின்றது? எந்தெந்த இடங்களைச் சாலை தொட்டுச் செல்லவேண்டும்? எந்தெந்த இடங்களை விட்டுச் செல்லவேண்டும்?

(2) எந்த வகைச் சாலையினை நிர்மாணிப்பது?

(a) சாலையின் இயல்பான அகலம்.

(b) சாலையினைப் பயன்படுத்தும் ஊர்திகளுக்கேற்ப வளைவு ஆரை, சாய்வு விகிதம், பார்வைத்தூரம் போன்றவற்றினை

அமைக்க வேண்டியிருப்பதால், அவற்றைப்பற்றிய விவரங்கள்.

(c) சரளைக் கற்களால் அமைக்கப்படவேண்டிய சாலையா?

(3) எப்பொழுது சாலைக்கான திட்டம் தேவைப்படும்? எப்பொழுது சாலை தேவைப்படும்? சாலைக்கான திட்டம் உடனடியாகத் தேவைப்படாவிடின், மலைப்பாங்கான பகுதிகளில் தோன்றக்கூடிய பனி நிலைமைகளையும், சமவெளிப்பகுதியில் தோன்றக்கூடிய வெள்ள நிலைமைகளையும் பொறுத்திருந்து அறிய இயலும். இராணுவ காரணங்களுக்காக உடனடியாகத் தேவைப்படின், எளிதில் அமைக்கக் கூடிய, மிகக்குறைந்த நீளமுள்ள சாலையினைக் கட்டுதல் மிக முக்கியமானதாகும். இவ்வாறான சாலைகள் மற்றக் காலங்களில் அதிகமாகப் பயன் படுவதில்லை.

5-12. மேற்கண்ட தகவல்களைச் சேகரிக்கவே முன்னீடு நில அளவை தேவைப்படுகின்றது. இதற்குக் காட்சி திருப்பு முறை (Transit), சங்கிலி முறை (Chaining) போன்றவை பயன் படுத்தப்படுகின்றன. விண்ணிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட புகைப் படங்கள், சாலை அமைப்பிடப் பகுதிகளிலிருந்து கிடைக்கப் பெறும் தகவல்கள் போன்றவையும் பெரிதும் உதவுகின்றன.

நில அளவை

5-13. இயன்றவரையிலும் இறுதிக் கோட்டிற்கு அருகிலேயே அடிப்படைக் கோட்டினை (Base Line) அமைக்க வேண்டும். இதனைப் 'பி' கோடு ('P' Line) என்றும் சொல்வதுண்டு. இவ் வடிக்கோட்டின் ஊடே நில அளவை நடத்தப் படவேண்டும். கோட்டின் இரு புறங்களிலும் உள்ள பகுதிகளின் இட இயல்பு (Topography) களைக் குறித்தல் வேண்டும். இட இயல்பினுக்கேற்ப அடிக்கோட்டின் இரு புறங்களிலும் 100 அடி முதல் 800 அடி வரையிலும் நில அளவை செய்ய நேரிடும். அமைக்கவிருக்கும் சாலையின் வழிநடப்பு உரிமைப் பகுதி முழுமைக்கும் நில அளவை செய்தல் வேண்டும். சில சமயங்களில், சாலையின் மையக் கோட்டினைச் சற்று மாற்றியமைக்கவும் நேரிடுமாகையால், இதனை ஈடு செய்யும் வகையில் நில அளவை செய்யப்படும் பகுதியினையும் அதிகரிக்கவேண்டும். எனவே, நில அளவு செய்யப்படும் பகுதி ஒரே அளவினதாக அடிப்படைக் கோட்டின் இரு புறங்களிலும் அகன்றிருக்க வேண்டுமென்ற நியதி இல்லை. ஐயப்பாடுள்ள இடங்களில் சற்று அதிக அளவு அகலத்திற்கு நில அளவை செய்தல் நலம். முக்கியமான கட்டடங்கள், வெளியில் தெரியும்

பாறைகள் (Outcrops) போன்ற அமைப்புகள் கட்டவிருக்கும் சாலையின் அமைப்பிடத்தைப் பாதிக்கக் கூடுமாகையால், அவற்றைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். சற்றேறக்குறைய கால்மைல் இடைவெளிகளில் மட்டக்குறிகளை (Bench Marks) நிறுவ வேண்டும். பிறகு அடிப்படைக் கோட்டின் மேல் 100 அடி இடைவெளிகளில் மட்டம்காண் கருவியின் (Levelling Instrument) துணைகொண்டு உயர்வுகளை (Elevations) அறியவேண்டும். இதிலிருந்து தரையின் புற உருவினை (Profile) வரையலாம். இவ்வாறு வரையப்பெற்ற புற உருவ வரைபடத்திற்கு நெட்டாங்கு புற உருவப்படம் (Longitudinal Profile) என்று பெயர். இவ்வாறு வரையப்பட்ட நெட்டாங்கு புறஉருவப் படத்தின் மேல் ஈற்றயல் (Semi-final) அமைப்புக் கோட்டினை (L-Line) வரைந்து, தற்காலிகமான சாய்வு விகிதங்களை அறியலாம். சில சமயங்களில் சாலை மையக் கோட்டினை அமைப்பதற்குக் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றங்களும் தேவைப் படலாம். புற உருவப்படமோ அல்லது குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றமோ பயனளிக்காதபோது, 5 அடி இடைவெளியில் மட்ட இணைப்பு வரைபடம் (Contour Map) தயாரிக்கப்படுகிறது.

5-14. காடுகளாலோ அல்லது பனியாலோ மூடப்பட்ட இடங்களை விண்ணிலிருந்து புகைப்படம் எடுக்க இயலாது. எனவே, இம் முறை திறந்த வெளிப்பகுதிகளுக்கு மட்டுமே பயன் படுகின்றது. வெள்ளோட்ட ஆய்விற்கென எடுக்கப்பட்ட புகைப்படங்களையே முன்னீடு நில அளவைக்கும் பயன்படுத்த லாம். அவ்வாறு பயன்படுத்தும்போது, அதன் துல்லியத்தினைச் சரிபார்க்கவேண்டும். அத்துடன் சொத்து எல்லைக்கோடு, அடிநிலக் கட்டடங்கள் (Underground Structures) போன்ற விட்டுப்போன விவரங்களையும் குறிக்கவேண்டும்.

இடஇயல்பு வரைபடத்தைத் தயாரித்தல்

5-15. மேற்கூறிய வழியில் சேகரிக்கப்பட்ட தகவல்களைக் கொண்டு இட இயல்பு வரைபடத்தைத் தயாரிக்கின்றனர். நில அளவை நடந்துகொண்டிருக்கும் போதே இட இயல்பு வரைபடத்தினையும் தயாரிக்கலாம் இடத்தின் பரப்பைப் பொறுத்து படம் தயாரிப்பதற்கு வேண்டிய அளவு வீதத்தைத் (Scale) தேர்ந்தெடுக்கின்றனர். சாதாரணமாக இட இயல்பு வரைபடங்களின் அளவு வீதம் 1″ : 20′ முதல் 1″ : 200′ வரை இருக்கும். இட இயல்பு வரைபடத்தில் பின்வருபவை இடம் பெறுதல் வேண்டும்.

(i) வதியும் வீடுகள், தொழிற்சாலைக் கட்டடங்கள், வியாபார மனைகள் போன்ற கட்டடங்கள்.

(ii) எல்லைச் சுவர்கள், வேலிகள் போன்றவையும் அவற்றின் சொந்தக்காரர்களும்.

(iii) கிணறுகள், நீரிய தீ அணைப்பி, அடிநிலக் கழிநீர்க் குழாய் போன்றவை.

(iv) அப் பகுதியில் தற்போதுள்ள சாலைகள் - அவற்றின் வகை.

(v) இருப்புப் பாதைகள்.

(vii) தற்போதுள்ள வடிமான அமைப்புகள்.

(viii) விலையுயர்ந்த விளை நிலங்கள்.

(ix) இயற்கையான நீர் செல்லும் வழிகள்.

(x) குளம், குட்டை போன்ற தவிர்க்கப்படவேண்டிய இடங்கள்.

(xi) பாறைப் படுகைகள் உள்ள பகுதிகள்.

(xii) இறுதி அமைப்பிடத்தைப் பாதிக்கும் மற்றையக் கூறுகள்.

முன்னீடு மையக் கோட்டினைக் குறித்தல் (Plotting the Preliminary Centre Line)

5–16. இட இயல்புப் படத்தினைத் தயாரித்த பின்னர், அதில் சாலையின் ஈற்றயல் மையக் கோட்டினைக் குறிக்க வேண்டும். இதனைத் 'தாள் அமைப்பிடம்' என்பர் (Paper Location). மையக் கோட்டினை அமைக்க அடிப்படைக் கோடு பெரிதும் துணைபுரிகின்றது. ஐயம் ஏதேனும் தோன்றுமாயின், மறுபடியும் புலத்தில் சென்று சரிபார்க்க வேண்டும். இவ்விதம் அமைப்பிடத்தைக் குறிக்க அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டிலுள்ள மிச்சிகன் மாநில நெடுஞ்சாலைத் துறையினர் பரிந்துரைகள் பல இயற்றியுள்ளனர். நம் நாட்டுப் பொறியியல் வல்லுநர்களுக்கும் அவை தோன்றாத் துணையாய் விளங்கும் என்பதில் ஐயமில்லை.

(1) இயன்றவரையில் சாலையின் தோள் பகுதிகளுக்கு அப்பாலுள்ள இடங்களிலுள்ள நிழல் தரு மரங்களை அழியாமல் காப்பாற்ற வேண்டும்.

(2) குறைந்த அளவு வளைவுகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

(3) தற்போதுள்ள பாலங்கள், சிறு பாலங்கள் (Culverts) போன்றவற்றை இயன்றவரை பயன்படுத்தவேண்டும்.

(4) இருப்புப் பாதைகள், நீரோடைகள், சாலைகள் போன்றவை குறுக்கிடுகையில், இயன்றவரை அவற்றைச் செங்குத்துக் கோணத்தில் கடந்து செல்லும் வகையில் அமைப்பிடம் குறிக்கப்படவேண்டும்.

(5) இயன்றவரையில் உறுதியான மண்மேல் சாலையின் மையக்கோடு அமைக்கப்பட வேண்டும்.

(6) இயற்கையான வடிமான அமைப்பை உலைவு செய்யா வண்ணம் மையக்கோடு அமைக்கப்பட வேண்டும்.

(7) கோயில்கள், கல்லறைத் திடல் பழங்காலக் சுட்டடங்கள் போன்றவை உள்ள பகுதிகளை விட்டுச் சற்றுத் தள்ளி அமைக்க வேண்டும்.

(8) சாலை நடப்புரிமைப் பகுதியின் விலைமதிப்பு குறைந் திருத்தல் நலம்.

(9) இயக்க திசையை மாற்றுகின்ற மறுதலை வளைவுகள் (Reverse curve) உள்ள பகுதிகளில் வளைவுகளுக்கு இடையே குறைந்தது 300 அடி தூரமும், வளைவுகளின் நீளம் 600 அடியும் இருக்கவேண்டும்.

5-17. சாலையின் மையக் கோட்டை இட இயல்புப் படத்தில் குறித்த பின்னர், புலத்தில் அமைப்பிடத்தின் உண்மை நிலையினையும், 'தாள் அமைப்பிடத்தினையும்' ஒப்பு நோக்குவர். மாறுதல் ஏதேனும் செய்ய வேண்டியிருப்பின், அதனைச் செய்து முடிப்பர். (எடுத்துக்காட்டு): உறுதியற்ற நிலம், நீர்தேங்கும் மண் போன்றவை மையக் கோட்டில் குறுக்கிட்டால், அவற்றினை விலக்குதல். இவ்வாறு திருத்தங்கள் செய்யப்பட்ட பின்னர், அவ்வமைப்பிடத்தில் மேற்கொண்டு ஆவன செய்ய பரிந்துரை செய்வர். இத்துடன் முன்னீடு நில அளவுப் பணி முடிகின்றது.

அமைப்பிட நில அளவை (Construction Survey)

5-18. சாலை அமைப்பிடத்திற்காகச் செய்ய வேண்டிய இறுதி நில அளவை என இதனைக் கூறலாம். இஃது இரு படிகளைக் கொண்டது.

(1) குற்றறிகளைக் கொண்டு (Stakes) மையக் கோட்டினைக் குறித்தல்.

(2) கீழ் வருவனவற்றிற்காக வேண்டிய தகவல்களைச் சேகரித்தல்.

(i) நெடுஞ்சாலை அமைப்பான்மை.

(ii) சாலைக் கட்டுமானப் படங்களைத் தயாரித்தல்.

(iii) மண்வேலை (Earthwork) அளவினைக் கணக்கிடுதல்.

(iv) தக்க வகுத்துரைகள்.

(v) திட்டத்திற்கு ஆகும் செலவினைக் கணக்கிடுதல்.

(vi) 'வழி நடப்பு உரிமை'ப் பகுதியைப் பெறுதல்.

மையக் கோட்டினைக் குறித்தல்

5–19. அமைப்பிட நில அளவையில் முதற்கண் செய்ய வேண்டுவது இட இயல்புப் படத்திலுள்ள மத்தியக் கோட்டினை நிலத்திற்கு இடமாற்றம் செய்தலே. இட இயல்புப் படத்தில் குறிக்கப்பட்டுள்ள இறுதி அமைப்பிடத்தின் மையக்கோட்டினைப் பின்பற்றியும், கட்டுப்பாடுள்ள இடங்களுக்கு இசைவாகவும் புலத்தில் நிரல்படுத்தல் வேண்டும். ஏனெனில், இவ்விதம் நிரல் படுத்தப்பட்ட மையக்கோடுதான் சாலையின் எதிர்கால நிர்மாணத்திற்கான அடிக்கோடாக விளங்கும். சாலையின் மையக் கோட்டை நிறுவுவதற்கு 100' இடைவெளியில் குற்றிகள் அமைக்க வேண்டும். முழு நில அளவையையும்—குறிப்பாக வளைவுகளில் நடைமுறையிலுள்ள மிகச் சிறந்த நில அளவை முறையினைப் பின்பற்றி—விழிப்புணர்வுடன் செய்து முடிக்க வேண்டும். ஆங்காங்கே மட்டக் குறிகளை நிறுவ வேண்டும்.

நெட்டாங்கு புற உருவம், குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் ஆகியவை தயாரித்தல்

5–20. முன்னீடு நில அளவையிலேயே மட்டங்காணும் பணி செய்யப்பட்டிருந்தால், இதிலிருந்து நெட்டாங்கு புற உருவப்படம் வரையலாம். மத்தியக் கோட்டினைக் குற்றிகள் உதவியுடன் குறித்த பின்னர் அக்கோட்டிற்கு இருபுறங்களிலும் கணிசமானத் தொலைவிற்கு 50' இடைவெளியில் மட்டங்கள் கண்டுபிடிக்கப்படுகின்ற புற உருவம் பெருமளவு மாறுபட்டிருக்கும் இடங்களிலும் மட்டங்கள் எடுக்கப்படுகின்றன. கால் மைல் இடை வெளிகளில் முன்பே அமைக்கப்பட்ட மட்டக் குறிகளின் உதவியுடன் இப் பணியைச் செய்யலாம். இருப்புப் பாதை குறுக்கிடுமிடங்களில் இருப்புப் பாதையின் உயர்வு, வடிமான அமைப்புகள், அருகில் உள்ள மரங்கள் ஆகியவற்றின் உயரத்தினைக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

அமைப்பிட நில அளவையைக் குறித்தல் (Plotting the Location Survey)

5-21. சாலையை அமைக்கப் போகும் பகுதியிலுள்ள மற்றைய தகவல்களையும் முதலில் இட இயல்புப் படத்தில் குறிக்கவேண்டும். பிறகு நெட்டாங்கு உருவப்படம் வரையப் படுகிறது. இட இயல்புப் படத்தின் அளவு வீதத்தை நெட்டாங்குப் புற உருவப்படத்தின் கிடை அளவு வீதத்திற்குப் பயன் படுத்தலாம். நிலக்குத்திற்கான அளவு வீதம் கிடைமட்டத்திற்கான அளவு வீதத்தைக் காட்டிலும் பத்துமடங்குப் பெரியதாக இருத்தல் நல்லது. இந்த நெட்டாங்குப் புற உருவப் படத்தில் [L-வெட்டுத் தோற்றம்] அமைக்கவிருக்கும் சாலையின் சாய்வு விகிதக் கோடுகளை வரையவேண்டும். குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றங்களைப் படியெடுப்புத்தாளில் (Tracing Sheet) வரைந்து, அவற்றை இறுதி வரைபடத் தொகுதியுடன் இணைத்து வைக்கவேண்டும்.

5-22. இவ்வாறுகச் சாலையை அமைப்பதற்கு வேண்டிய படங்களைத் தயாரித்த பிறகு, அப் பகுதியின் மேற்பரப்பு வடிமானம் (Surface Drainage), அடிநில மண், சாலையை அமைப்பதற்கான பொருள்கள், சாலையை அமைக்கப் பயன்படும் இயந்திரங்கள், கட்டுமானப் பொருள்கள், ஊர்திகள் போக்கு வரத்திற்கான வசதிகள், வழிநடப்புரிமை, பாலங்களின் அமைப் பிடங்கள் ஆகிய இவை யாவும் பற்றி விரிவான ஆய்வுகள் நடத்துதலும் இறுதி நில அளவையின் கண் அடங்கும்.

நகர்ப்புறங்களில் சாலை அமைப்பிடம் குறித்தல் (Location of Roads in Urban Areas)

5-23. நகர்ப்புறங்களில் சாலை அமைப்பிடம் குறிக்குங்கால் கீழ்க்காணும் குறிப்புகளை மனத்திற் கொள்ளவேண்டும்:

(1) முற்றூடான நடமாட்டத்திற்கென (Through Traffic) அமைக்கப்படும் சாலையினை உயிர்நாடிச் சாலை (Arterial Roads), என்று கூறுவர். இவ் வகைச் சாலைகளின் அமைப்பிடங்களை இயன்றவரை கட்டடங்கள் நிறைந்த பகுதியினை விட்டு விலகிச் செல்லுமாறு அமைக்கவேண்டும்.

(2) மேற்கூறியவாறு திசை திருப்ப இயலாத நிலைமைகளில் உயிர்நாடிச் சாலைகளை மேம்பாலங்களாகவோ, தாவு பாலங்களாகவோ அல்லது அடிநிலப் பாதைகளாகவோ (Subway) அமைக்கவேண்டும்.

(3) முக்கிய நடமாட்ட வழிகளில், ஊர்திகளின் விரைவுக்கு ஏற்றாற்போல் நடமாட்டத்தைப் பிரித்தல்வேண்டும். (எடுத்துக்காட்டுகள்): ஊர்திகள், மிதிவண்டிகள் ஆகியவற்றைத் தனித்தனி நெறிகளில் செலுத்துதல்.

(4) நடமாட்டம் மிக்க பகுதிகளில் தங்கிடங்களை அமைத்தல் வேண்டும்.

(5) நடமாட்டம் மிக்க சாலைச் சந்திப்புகளை வெவ்வேறு மட்டங்களில் அமைத்தல்வேண்டும்.

(6) சாலைச் சந்திப்புகளில் பார்வைத்தூரம் அதிக அளவு இருக்க வேண்டும்.

(7) கிளைச்சாலைகள் முக்கிய சாலைகளுடன் கலக்கும் இடங்களில் விரைவுபற்றி கட்டுப்பாட்டுக்குறிகளை அமைக்க வேண்டும்.

(8) ஊர்தி நடமாட்டமும், பாதசாரிகள் நடமாட்டமும் அதிகமுள்ள இடங்களில் அடிநில வழிகளையாவது அல்லது மேம்பாலங்களையாவது அமைக்கவேண்டும். அவ்வாறு செய்ய நிதிவசதி இடம் தராத நிலைமைகளில் போதிய அளவு அகன்ற நடைபாதைகளையும், சாலையினைக் கடக்க பாதசாரிக் கடவுகளையும் (Pedestrian Crossings) அமைக்கவேண்டும்.

(9) போதிய விளக்குகள் தக்க இடைவெளிகளில் அமைக்கப்படவேண்டும்.

(10) பள்ளிகள், விளையாடுமிடங்கள் ஆகியவை முக்கிய சாலைகளில் இருந்து விலகியிருக்கவேண்டும். அதே சமயம் முக்கியமான சாலைகளுடன் இணைக்கும் இணைப்புச் சாலைகள் அவ் விடங்களைத் தொட்டுச் செல்லவேண்டும்.

(11) பேருந்து நிலையங்களைக் கட்டுவதற்கென அமைப்பாண்மை செய்யப்பட்ட இடங்களை ஒதுக்குதல் வேண்டும்.

(12) வீதிகளின் பெயர்ப் பலகைகளையும், போக்குவரவு நடமாட்ட சைகைகளையும் நன்கு தெரியும்படியான இடங்களில் பொருத்தவேண்டும்.

(13) கவனத்தைக் கவரும் விளம்பரங்களையும், பார்வைத் தூரத்தை தடை செய்யும் விளம்பரப் பலகைகளையும் இயன்றவரை கட்டுப்படுத்தவேண்டும்.

கடைவீதிகளின் அமைப்பிடம்

5-24. இலட்சியக் கடை வீதிகளின் விரும்பத்தக்க இயல்புகளாவன:

(1) பாதசாரிகள் வசதியுடனும், பாதுகாப்பாகவும் வீதி வழியே செல்லவும், கடக்கவும், விளம்பரத்திற்கென வைக்கப் பட்டுள்ள காட்சிப் பொருள்களைக் காணவும் ஏற்ற வசதியோடு இருத்தல் வேண்டும்.

(2) கடைவீதியை இணைப்பதற்குப் பல கிளைச் சாலைகள் இருக்கவேண்டும்.

(3) தங்கிடங்களை அண்மையில் அமைத்தல் நல்லது.

(4) சுமையேற்றவும். இறக்கவும் தனியான இடம் இருத்தல் வேண்டும்.

(5) அகன்ற நடைபாதைகளிருத்தல் அவசியம்.

(6) சாலையின் இரு பக்கங்களிலும் கடைகளை வரிசையாக அமைப்பதற்கு ஏற்ற இடம் ஒதுக்குதல் வேண்டும்.

5-25. இதே போன்று பள்ளி, மருத்துவமனை, நூல் நிலையம் போன்ற பொது இடங்களைபும், நிறுவனங்களையும் அமைப்பதற்குத் தக்க இடங்களைத் தேர்ந்தெடுக்கையில் விழிப் புடன் இருக்கவேண்டும். இவற்றிற்கான சிறந்த, பொருத்த மான அமைப்பிடங்களைத் தேர்ந்து தெளிதல் நெடுஞ்சாலைப் பொறியாளரின் தலையாய பணியாகும்.

6. வடிமானமும், வடிமான அமைப்புகளும்
(Drainage and Drainage Structures)

அறிமுகம்

6-1. சாலைகளும், நெடுஞ்சாலைகளும் திறன் குன்றி அழிதற்கு முக்கியமான காரணங்களுள் தண்ணீரும் ஒன்றாகும். சாலைகள் உறுதியுடன் விளங்க அவற்றின் கடைக்கால் பகுதி நீரற்று வறண்டிருக்க வேண்டும். தண்ணீர் நெடுஞ்சாலையொன்றின் அழிவிற்குக் கீழ்வரும் வழிகளில் அடிகோலுகின்றது:

(i) மண், மணல் – களிமண் கலவை, கப்பி அல்லது நீர்ப் பிணை மெக்காடம் (Water Bound Mac–Adam) சாலைகளின் மேற்பரப்பினை மென்மைபடுத்துகிறது.

(ii) பாதுகாக்கப்படாத சாலை மேற்பரப்புப் பகுதிகளை அடித்துக்கொண்டு செல்கிறது. பக்கப் பகுதிகளிலுள்ள சரிவுகளை அரிக்கின்றது.

(iii) நிலத் தளத்திலுள்ள (Sub-Grade) மண்ணினை மென்மைப்படுத்தி அதன் தாங்கு சக்தியைக்(Bearing-Power) குறைக்கின்றது.

எனவே, சாலையில் நீர் தங்காமல் பார்த்துக்கொள்வது இன்றியமையாத ஒன்றாகும். மேற்கூறிய விளைவுகளிலிருந்து சாலையை மூன்று வழிகளில் காக்கலாம். அவையாவன:

(i) சாலையின் மேற்புறமாகச் செல்லும் நீரினைக் குறுக்கிட்டு அதன் போக்கினை மாற்றி விடுதல். இவ்வாறு செய்யாவிடின் பாதையின் குறுக்கிலும், நெடுகிலுமாகக் கடந்து சென்று நீர் சாலையை அரித்துவிடுகின்றது.

(ii) கசிவு நீர் (Seepage) அல்லது கீழ்ப்பரப்பிலுள்ள நீரினைக் குறுக்கிட்டு அதனை விரைவில் நீக்குதல்.

(iii) சாலையின் போக்கில் குறுக்கிடும் இயற்கையான வடிமான நீரை நீக்குதல்.

இவை மூன்றினையும் முறையே மேற்பரப்பு வடிமானம் (Surface Drainage), கீழ்ப்பரப்பு வடிமானம் அல்லது அடிநில வடிமானம் (Subsurface Drainage or Subsoil Drainage), குறுக்கு வடிமானம் (Cross Drainage) என்பர். இவற்றினைப் பற்றி விரிவாகக் காண்போம்.

மேற்பரப்பு வடிமானம் (Surface Drainage)

6-2. மழை போன்ற காரணங்களினால் மேல் பாப்பில் பாயும் நீரினை நீக்குதற்கு 'மேற்பரப்பு வடிமானம்' என்பர். மேற்பரப்பு வடிமானத்தில் சாலைத்தளத்திலிருந்து நீரினைச் சேகரித்தல் அவற்றினை அகற்றுதல் ஆகிய இரு செயல்கள் அடங்கியுள்ளன.

6-3. சாலையின் மேற்பரப்பில் விழும் நீரினைச் சாலையின் மேல்வாட்டமாக வளைவு ஒன்றினை அமைப்பதன் மூலம் பக்கங்களில் வழிந்தோடச் செய்யலாம். சாலையின் முடியிலிருந்து (Crown) பக்க விளிம்புகளை இணைக்கும் சரிவான வளைவினை மேல்வாட்ட வளைவு (Camber) என்பர். அடி நிலத்திற்கு நீர் செல்ல இயலாதவாறு, சாலையின் மேற்பரப்பைத் தண்ணீர் உட்புக இயலாத பொருள்களால் அமைக்கவேண்டும், இதேபோல் சாலை வளைவுகளில் மிகை உயர்வை (Super elevation) அமைப்பதன் மூலம் நீரைச் சாலையின் குறுக்காக விரைந்து வழிந்தோடச் செய்யலாம். சாலையின் ஒரு விளிம்பை மற்றொரு விளிம்பினைக் காட்டிலும் சற்று உயர்வாக அமைப்பதனை 'மிகை உயர்வு' என்கிறோம்.

6-3. இவ்வாறாகச் சாலையின் இருபக்கங்களிலும் சேகரிக்கப் பட்ட நீரை இயல்பிற்கேற்றாற் போலவும், அருகிலுள்ள நிலங்களின் பயனைப் பொறுத்தும் அகற்றுதல் வேண்டும். இவ்வாறு அகற்றும் பணியினை மூவகைப் படுத்தலாம்.

(i) கிராமப்புற சமவெளி பரப்பில் வடிமானம்.

(ii) நகர்ப்புற சமவெளி பரப்பில் வடிமானம்.

(iii) மலைப்பாங்கான பரப்பில் வடிமானம்.

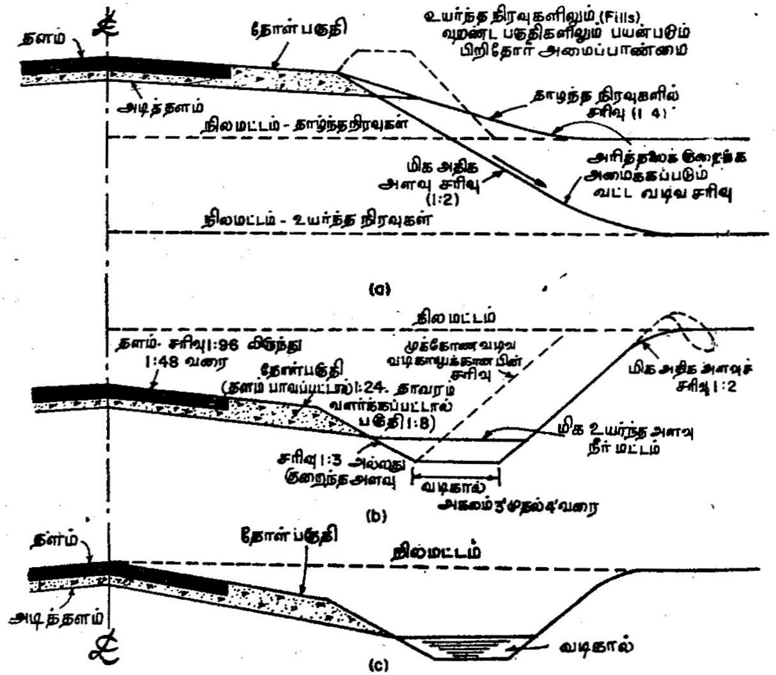
கிராமப்புற சமவெளி பரப்பில் வடிமானம் (Drainage In Rural Plain Area)

5-4. கிராமப்புற சமவெளிப் பகுதிகளில் சாலையின் இருப்பிடத்தைப் பொறுத்து நீர் அகற்றும் பணி அமைகிறது. சாலை

மேட்டிலுள்ளதா (Embankment), அகழ்விலுள்ளதா (Cutting) அல்லது நிலமட்டத்திலுள்ளதா என்பதைப் பொறுத்து வடிமானமுறை அமைகின்றது.

மேட்டில் அமைக்கப்பட்ட சாலை

6-5. சாலையின் இரு பக்கவாட்டங்களிலுமுள்ள சரிவுகளின் மேல்பரப்பு புல், மற்ற தாவரங்கள் போன்றவற்றால் மூடப் பட்டிருந்தால் அவை வழியே நீர் செல்லும் பொழுது ஊறு நேராது. இவ்வாறு பாதுகாக்கப்படாத பக்கச் சரிவுகள் தோள்பகுதிகள் ஆகியவை சிறுசிறு ஓடைகளாகச் செல்லும் நீரினால் அதிகமாகப் பாதிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறான சந்தர்ப் பங்களில் வேறு முறைகளைப் பின்பற்றி சாலையின் தோள் பகுதி



படம் 6-1.

(a) மேட்டிலுள்ள சாலையின் வடிமானம்
(b) அகழ்விலுள்ள சாலையின் வடிமானம்
(c) நிலமட்டத்திலுள்ள சாலையின் வடிமானம்.

களையும், சரிவுகளையும் பாதுகாக்க வேண்டும். படத்தில் காட்டியவாறு தோள் பகுதிகளின் விளிம்பில் நீரைத் தேக்கி

வைத்து, பிறகு அதனை அகற்றுவது அவ்வாறான வழிகளில் ஒன்றாகும். இம் முறை உயரமான மேடுகளிலும், வறண்ட பகுதிகளிலும் பின்பற்றப்படுகிறது.

மற்றொரு முறையிலும் மேற்பரப்பு வடிமானம் செய்யப்படு படுகிறது. சாலையின் பக்கங்களில் மருங்குக் கல் அமைத்து, சரிவுகளில் வழிந்தோடாதவாறு நீர் தடைசெய்யப்படுகிறது. இதனால் நீர் சாலையின் தளத்தில் வழிந்தோடி அருகிலுள்ள நீர்ப்பிடி வடிகுழியமைவுகளிலோ (Catch-Basins) அன்றி அது போன்ற மற்றைய சேகரிக்கும் அமைப்புகளிலோ கலந்து விடும். இம் முறையில் போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கு இடையூறு விளைவதால், இதனைப் பொதுவாகப் பின்பற்று வதில்லை.

அகழ்விலும், நிலமட்டத்திலும் அமைக்கப்பட்டுள்ள சாலைகள்

6-6. சாலை அகழ்விலோ அன்றி நிலமட்டத்திலோ அமைக் கப்பட்டிருந்தால் சாலையின் பக்க வாட்டங்களிலுள்ள வடி கால்கள் மூலம் நீர் அகற்றப்படுகின்றது.

சாலையின் புறங்களில் அமைக்கப்பட்டுள்ள வடிகால்கள் அருகிலுள்ள ஆறு அல்லது வாய்க்கால் போன்ற நீர் வழிகளை நோக்கிச் சரிந்திருக்க வேண்டும். இவ் வடிகால்கள் பெரும் பாலும் சரிவக வடிவத்திலும் (Trapezium), 'V' வடிவத்தி லும் இருக்கும். இவ் வகை வடிகால்களை அமைப்பது எளிது. இவ்விரு வடிவங்களுள் சரிவக வடிகால்களுக்குக் கொள்திறன் அதிகம். குறிப்பிட்டதொரு பகுதியின் மேற்பரப்பில் வழிந் தோடும் புறப்பாய்வு நீரினை (run-off) அப் பகுதியின் பக்க வாட்டத்திலுள்ள வடிகால்களே கொண்டு செல்லும். சாலையின் பெரும்பகுதி நீர் உட்புக இயலாத் தன்மை கொண்டதாய் விளங்குவதால், வடிகால்களில் ஓடும் நீரின் பெரும்பகுதி அவ் விரு வடிகால்களுக்கு மிடையே அமைந்துள்ள சாலையிலும் அதைச் சார்ந்த பகுதியிலும் ஓடும் புறப்பாய்வு நீராகும். 15 நிமிடங்களுக்குக் குறைவாகப் பெருமழை பெய்தால், சாலை யிலும் அதன் பகுதிகளிலும் விழும் மழைநீரில் 75 சதவீதம் பக்க வடிகால்களுக்குச் செல்வதாகப் பொதுவாகக் குறிப்பிடலாம். 15 நிமிடங்களுக்கு மேலிருந்தால் அப் பகுதியில் பெய்யும் எல்லா மழைநீரும் பக்க வடிகால்களில் செல்வதாகக் கொள்ளலாம். சாலையை நோக்கிச் சரிந்துள்ள அடுத்துள்ள இடங்களிலிருந்தும் சிறிதளவு நீர் பக்க வடிகால்களில் செல்லலாம். இப் பகுதியிலி ருந்து கிடைக்கும் புறப்பாய்வு நீரின் அளவு அந் நிலப் பகுதியி

லுள்ள மண்ணின் தன்மையினையும், அங்கு வளரும் தாவர வகையினையும், இட இயல்பினையும் பொறுத்து அமைகிறது. இவற்றையெல்லாம் தெளிவாகத் தெரிந்து கொண்ட பிறகே, வடிகால் அமைப்பாண்மைக்கான பாய்வு வீதத்தைப் பற்றி ஒரு முடிவிற்கு வரலாம். நடைமுறையில் 40 நிமிடங்களுக்கு அதிகமாக மழை பெய்தால், அடுத்துள்ள நிலப் பகுதிகளிலிருந்தும் ஓரளவு நீர் வடிகால்களுக்கு வந்து சேருகிறது எனக் கொள்வர்.

பக்க வடிகால்களின் அமைப்பாண்மை

6-7· மேற்கூறியவாறு கிடைக்கும் புறப்பாய்வு நீர் அளவின் அடிப்படையில்தான் வடிகால்களின் அமைப்பினையும், வடிவினையும் [(எடுத்துக்காட்டு): '*V*'–வடிவ வடிகால் அல்லது சரிவக வடிகால்] கண்டறியலாம். வடிகால்களில் செல்லும் நீரின் திசை வேகத்தினை (Velocity) 'அறிய மேனிங் சூத்திரம்' பயன்படுகின்றது.

மேனிங் சூத்திரத்தின்படி (Manning's Formula)

$$V = \frac{1 \cdot 486}{n} \quad R^{\frac{2}{3}} \; S^{\frac{1}{2}}$$

இங்கு

V = சராசரி திசை வேகம் — அடிகள் / செகண்டு

n = மேனிங் சொர சொரப்பு எண்

R = நீரியல் ஆரை (Hydraulic Radii)

$$= \frac{\text{பாய்வு குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு (Area of flow Cross Section)}}{\text{ஈரமடைந்த பகுதியின் சுற்றவு (Wetted Perimeter)}}$$

S = வடிகாலின் சாய்வு வீதம், அடிகளில் / அடிக்கு.

வடிகால் பக்கங்களின் தன்மையினைப் பொறுத்து மேனிங் சொரசொரப்பு எண் அமைகிறது (அட்டவணை 6-1).

திசை வேகத்தினை மேனிங் சூத்திரத்தின்படி கண்டறிந்த பின்

பாய்வு வீதம் = திசைவேகம் × பரப்பு.

இதிலிருந்து வடிகால் குறுக்கு வெட்டு அளவுகளை நிர்ணயிக்கலாம். பாறைப்பாங்கான இடங்களைத்தவிர மற்ற இடங்களில் வடிகாலின் பக்கங்களது சாய்வு வீதம் 2:1 அல்லது இதற்கும் குறைந்த அளவு இருக்குமாறு அமைக்கவேண்டும்.

அட்டவணை 6-1.

வடிகால் பக்கங்களின் தன்மை	'n' மதிப்பு
சாதாரண மண் பரப்பு	0·02
சொரசொரப்பான கான்கிரீட் பரப்பு	0·02
நிலக்கீல் பரப்பு (Bituminous Surface)	0·02
(6″-அதிகமான பாய்வு இருப்பின்) புல் பரப்பு	0·04
(6″-ஆழத்திற்குக் குறைந்த பாய்வு இருப்பின்) புல் பரப்பு	0·06
அடர்த்தியான புல் பரப்பு	0·10

6-8. வடிகால்களில் செல்லும் நீரின் திசைவேகம் மிகவும் குறைவாக இருந்தால், அதில் மண்படியும் (Silting). அதே நேரத்தில் திசைவேகம் மிகுந்திருந்தால் வடிகால்களின் பக்கங்களை நீர் அரித்துச் சென்றுவிடும் (Erosion). எனவே, இவ்விரண்டும் நிகழாமல் இருக்க வேண்டுமாயின், நீர் இலட்சியத் திசை வேகத்துடன் (Ideal Velocity) செல்லவேண்டும். இவ்விலட்சியத் திசைவேகம் வடிகால் பக்கங்களின் தன்மையினைப் பொறுத்து அமைகிறது. கீழ்க்காணும் அட்டவணையிலிருந்து வெவ்வேறு வகை பக்கங்களுக்கான திசை வேகத்தினை அறியலாம்.

அட்டவணை 6-2.

வடிகால்களில் அனுமதிக்கக்கூடிய பாதுகாப்பான குறைந்த அளவு திசைவேகம்:

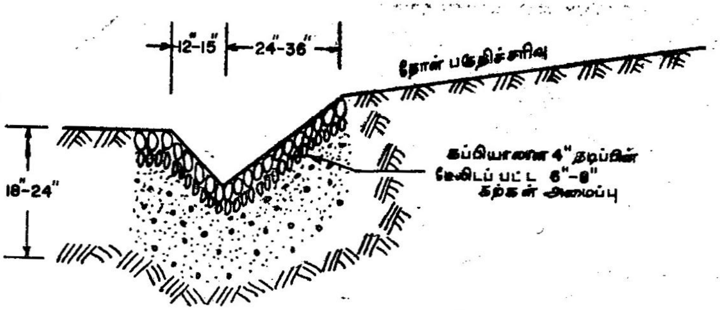
வரிசை எண்	உள்வரியின் தன்மை (Nature of Lining)	அனுமதிக்கக் கூடிய திசை வேகம். அடி/ செகண்டு
(1)	நல்ல மண்ணில் நன்கு வளர்ந்த புல்.	6
(2)	சிறு கதிர்கள் உள்ள புல் வெளியில் வளரும் வகை போன்ற புல் (Meadow Type of grass with Short blades)	5

வரிசை எண்	உள்வரியின் தன்மை	அனுமதிக்கக்கூடிய திசை வேகம். (அடி/செகண்டு)
(3)	புதர்களில் வளரும் புல்; இவற்றிற்கு இடையே மண் இருக்கும். (Bush grass with soil between plants).	2 முதல் 4 வரை
(4)	ஆழம் குறைந்த நீரின் போக்கால் வளையாத தன்மைகொண்ட முரடான புல்.	2 முதல் 3 வரை
(5)	தாவரங்கள் அற்ற மண் :	
	(i) களிமண் சிறிதுள்ள அல்லது சிறிதுமற்ற வண்டல் மண் (Silt) அல்லது நுண்மணல்.	1 முதல் 2 வரை
	(ii) உறுதியான களி மணல் (Loam).	2 முதல் 3 வரை
	(iii) கூழ்போன்ற (Colloidal) களிமண்.	4
	(iv) களிமண், கப்பி (Gravel).	4
	(v) கப்பி (பெரியது).	4
	(vi) மென்மையான களிக்கல் (Soft Shale).	5

போதிய நிதிவசதி இருப்பின், வடிகாலின் பக்கவாட்டங்களிலும், அடிப்பக்கத்திலும் உள்வரி (Lining) இடலாம். இதற்குச் சிமெண்ட் காரை (Cement Mortar) அல்லது பொலியாத கற்களை உட்புறம் பாவலாம். இவ்வாறான கற்கள் 6″– 8″ ஆழமும், 2″ அகலமும் கொண்டதாக இருக்கவேண்டும். இதற்குக் கீழ்ப்புறமாக $\frac{1}{2}$″–$\frac{3}{4}$″ அளவுள்ள கற்களாலான அடுக்கு ஒன்றினை 4″ தடிப்பிற்கு இடவேண்டும்.

நகர்ப்புற சமவெளிப் பகுதிகளில் வடிமானம் (Drainage In Urban Plain Areas)

6–9. கிராமப்புறங்களைக் காட்டிலும் நகர்ப்புறங்களில் வடிமானப் பணிகள் சற்றுச் சிக்கலானவை. இதற்கான காரணங்களாவன:



படம் 6-2.
'V' வடிவ வடிகாலின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

(i) இயற்கையான நீர்ப்போக்கு இல்லாமை.

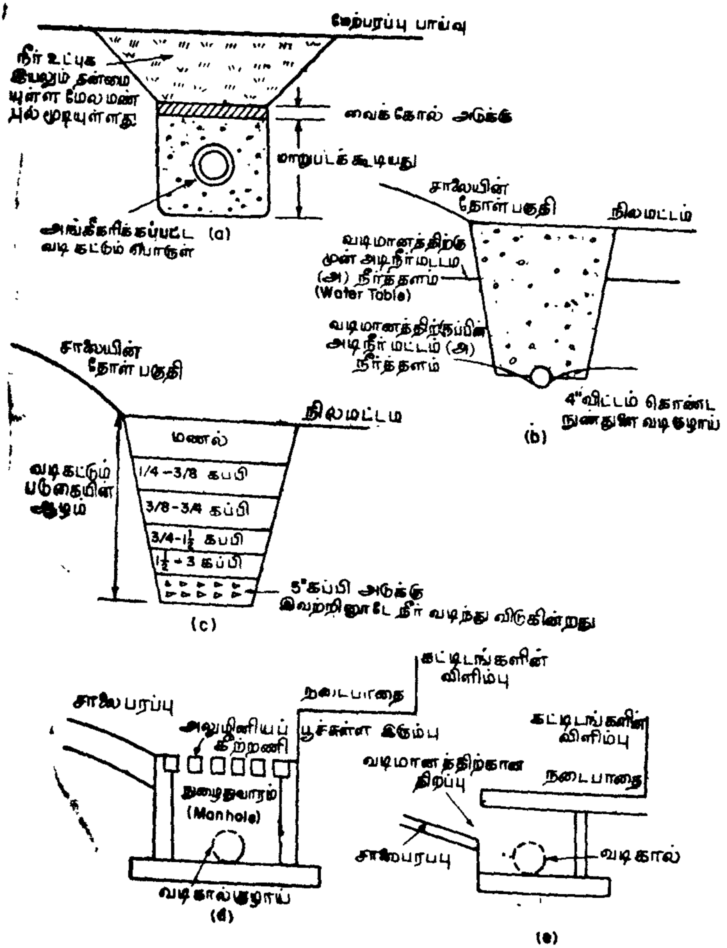
(ii) நகரங்களிலுள்ள பெரும்பான்மையான பரப்பு நீர் உட்புக இயலாத் தன்மை கொண்டவை. இதனால் புறப்பாய்வு நீரின் அளவு அதிகரிக்கின்றது.

(iii) திறந்த வடிகால்களைச் சாலையின் பக்கங்களில் அமைக்கத் தேவையான நிலம் கிடைக்காமையாலும், அவ்வாறு கிடைத்தாலும், இயன்றவரை மூடிய வடிகால்கள் அமைக்க வேண்டியுள்ளது.

(iv) திறந்த வடிகால்கள் சாலையின் அழகைக் குலைப்பதோடன்றி, சாலையைப் பயன்படுத்துபவர்கள் அவற்றில் தவறி விழ ஏதுவாகவும் அமைகின்றன.

6–10. வேறு பல காரணங்களினாலும் நகர்ப்புற வடிமான வேலையில் சிக்கல்கள் எழுகின்றன. எனவே, இதுபோன்ற இடங்களில் மழை வடிகால்கள் (Storm Drains) அல்லது நீர்க்கால் (Storm Sewers) என வழங்கப்படும் அடிநிலக் குழாய்களை அமைத்து வெகுதூரத்திற்கு மழை நீரைக்கொண்டு சென்று, பின்பு அதைப் புறப்பாய்வு நீராக வெளியேற்றுகின்றனர். நுழைவிடங்கள் (Inlets) வழியே நீர் மழை வடிகால்களை அடைகிறது. இவ்விதமான நுழைவிடங்களில் பலவிதமான வடிகட்டும் அமைப்புகள் உள்ளன. சிலவற்றில், வடிகட்டும் துகள்களின் (Particles) அளவு வடிகாலை நோக்கி அதிகரித்துச்

செல்லுமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும்; வேறு சிலவற்றில் கீற்றணி (Grating) அமைந்திருக்கும். இவற்றினைப் படம் 6-3. விளக்குகின்றது.



படம் 6-3.
நீர்க்கால் வகைகள்

6-11. அடிநிலக் குழாய்களின் நுழைவிடங்கள் தக்க இடங்களில், சரியான இடைவெளிகளில் அமைக்கப்படவேண்டும். சாதரணமாக 500′ முதல் 1,000′ வரையிலுமான இடைவெளிகளில் இவை அமைக்கப்பெறுகின்றன. இதற்குப் பயன்படும் வடிகால்கள் பளிங்காக்கப்பட்ட களிமண்ணாலோ (Vitrified) அல்லது கான்கிரீட்டாலோ செய்யப்பட்டிருக்கும்.

மலைப்பாங்கான இடங்களில் வடிமானம்

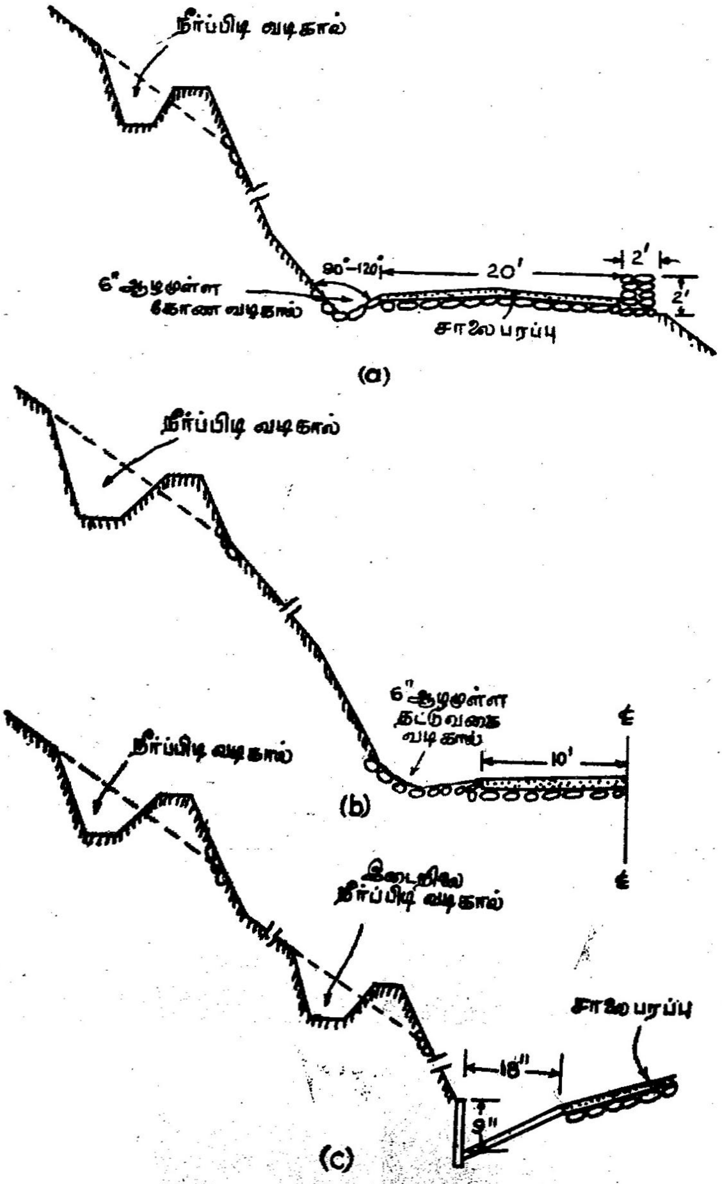
6–12. மலைச்சாலைகளை நன்கு பராமரிக்க வேண்டுமாயின், அதன் வடிமான அமைப்புகளில் போதிய கவனம் செலுத்த வேண்டுவது முதன்மையாகக் கருதப்படுகின்றது. பக்க வாட்டங்களில் வடிகால்கள் அமைப்பதன் மூலமாகவும், வழிந்து செல்லும் நீரைப் பிடிக்கும் நீர்ப்பிடி வடிகால்கள் அல்லது நீர்ப்பிடி வடிகுழியமைவுகள் (Catch-Basins) மூலமாகவும் மலைச் சாலைகளின் மேற்பரப்பில் செல்லும் நீரை நீக்கலாம்.

6-13. சமவெளிப் பகுதிகளில் அமைப்பதைப்போன்று, முற்றகழ்வுப் பகுதிகளில் (Through Cuttings) செல்லும் மலைச் சாலைகளில் மட்டும் அதன் இருபுறங்களிலும் பக்க வாட்ட வடி கால்களை அமைக்கலாம். இவ்வாறன்றி ஒருபுறம் மட்டும் அகழ்வில் உள்ள 'பக்க அகழ்வுப்' பகுதிகளில் (Side Cuttings) செல்லும் மலைச்சாலைகளுக்கு ஒரு பக்கத்தில் மட்டுமே பக்க வடிகால் அமைக்க இயலும். எனவே, இச் சமயங்களில் ஒரு பக்கத்தில்மட்டுமே வடிகால் அமைக்கவேண்டுமென பரிந்துரை செய்துள்ளனர்.

6-14. மலைச்சாலையின் அகலத்தை வடிகால்கள் குறைக் கின்றன. எனவே, இவை நீரினைக்கொண்டு செல்வதோடு, தேவை ஏற்படும் சமயங்களில் சாலை மேற்பரப்பின் ஒரு பகுதி யாகத் திகழுமாறும் விளங்கவேண்டும். விபத்தினைத் தவிர்க்க, ஊர்தியொன்று சாலை விளிம்பிற்கே செல்லும்படி நேரிடலாம். எனவே, வடிகாலினுள் எளிதில் ஊர்தியின் சக்கரம் சென்று மீண்டும் எளிதில் வெளியேறும் வண்ணம் வடிகால் அமைக் கப்படவேண்டும். கோண வகை, ஆழமற்ற தட்டு வடிவ வகை (Saucer Type), மருங்கு–கால்வாய் வகை போன்ற வகைகளில் வடிகால் அமைக்கலாம் (படம் 5–4).

6-15. மலைச்சாலைகளில் அமைக்கப்படும் வடிகால்களின் அதிக அளவு ஆழம் 12″ ஆகும். பாய்வு வீதத்திற்குத் தக்க வாறு, வடிகால்களின் குறுக்கு அமைப்பினைச் சற்றுப் பெரி தாக்கலாம். மென்மையான பகுதிகளில் செல்லும் வடிகால் களின் உட்புறத்தைத் தக்க முறையில் உள் வரியிடவேண்டும். செங்குத்தான சரிவுகளினூடே சாலை செல்லும்போது, சாலையின மேற் பகுதிகளிலிருக்கும் தண்ணீர் விரைந்து கீழாகச் சென்று சாலையை அடித்துக்கொண்டு செல்லக்கூடும். இவ் வாறான இடங்களில் சாலை விளிம்பிலிருந்து சற்றுத் தள்ளி நீர்ப் போக்கினை குறுக்காகச் சந்திக்குமாறு நீர்ப்பிடி வடிகால்களை

அமைக்கவேண்டும். இவற்றைப் பக்கவாட்ட வடிகால்கள் உள்ள பக்கத்திலேயே அமைக்கவேண்டும்.



படம் 6-4.
மலைச்சாலை வடிகால் வகைகள்.
(a) கோண வடிவ வடிகால் (Angle Side Drain)
(b) ஆழமற்ற தட்டு வடிவ வடிகால் (Saucer Drain)
(c) 'மருங்கு-வாய்க்கால்' வடிகால் (Kerb & Channel Drain).

மேலிருந்து கீழாக விரைந்துவழியும் நீரை இடைமறிக்கும் நீர்ப்பிடி வடிகால்களை, மலையின் மேற்பகுதிகளில், மட்டநிலை (Contour) வழியே செல்லுமாறு அமைக்கவேண்டும். நீர்ப்பிடி வடிகால்களின் அடிப்பகுதியினையும், பக்கப் பகுதியினையும் கற்களையோ அன்றி செங்கற்களையோ கொண்டு உள்வரியிடுதல் முக்கியமாகும். சாலையின் விளிம்பிலிருந்து இவை 15 அடிக்குக் குறையாமல் இருந்தால்தான், நீர் நிலத்தை ஊடுருவுதலால் விளையக்கூடிய நிலச் சறுக்கத்தை (Land slide) தவிர்க்க இயலும். பொதுவாக இவற்றின் அடிப்பகுதியின் அகலம் 3 அடியாகும்; உயரம் 3 அடியாகும். புறப்பாய்வு நீர் அதிகமாக இருந்தால், ஒன்றிற்கும் அதிகமான நீர்ப்பிடி வடிகால்கள் தேவைப்படலாம்.

அடிநில வடிமானம் (Sub-Surface Drainage)

6-16. சாலையின் கடைக்கால் (Foundation) நிலத்தளமேயாகும். எனவே, கடைக்காலான நிலத்தளத்தின் வலிவினைப் பொறுத்தே சாலைப்பரப்பின் உறுதி நிலைப்பாடும் (Stability) அமையும். ஆயின், நிலத்தளத்தின் வலிவோ அதன் ஈர அடக்கத்தைப் பொறுத்துள்ளது. ஈர அடக்கம் (Moisture content) அதிகமாக அதிகமாக, வலிவு குன்றுகிறது. எனவே, நிலத்தளத்தின் ஈர அடக்கத்தினைப் பாதிக்கும் காரணக் கூறுகளை ஆய்வது அவசியமாகும்.

6-17. நிலத்தளத்தின் ஈர அடக்கம் கீழ்க்காணும் காரணங்களினால் மாறுதலடைகின்றது:

(1) தடையேதுமற்ற நீரால் விளைபவை (Free water):

(a) சாலையின் அண்மையிலுள்ள உயரமான பகுதிகளிலிருந்து கசியும் நீரால் (Seepage water) விளையும் மாறுதல்.

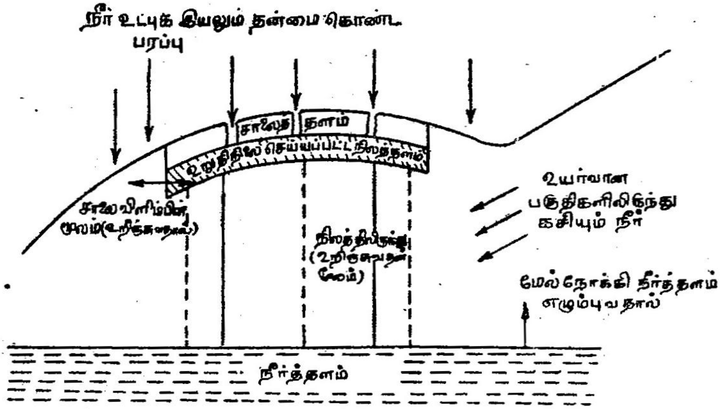
(b) சாலைத் தளத்தின் வழியாக நீர் ஊடுருவிச் செல்வதால் விளையும் மாறுதல்.

(c) சாலைத்தளத்தின் விளிம்பிலிருந்தும், தோள் பகுதியிலிருந்தும் ஈரம் இடம் மாறுவதால் நேரும் மாறுதல்.

(2) அடிநில நீரால் விளையும் மாறுதல்கள்:

(a) நீர்த்தளம் (Water-Table) உயர்வதாலும், வீழ்வதாலும் விளையும் மாறுதல்.

(b) கீழுள்ள மண் அடுக்குகளிலிருந்து மேலெழும்பும் நுண்புழை ஏற்றத்தால் (Capillary rise) விளையும் மாறுதல்.



படம் 6-5.
சாலை நிலத்தளத்தில் ஈர அடக்கம் மாறுபடுவதற்கான வழிகள்.

மேற் குறிப்பிடப்பட்டவற்றைப் பற்றி சற்று விரிவாகக் காணலாம்.

6-17. மலைச்சாலைகளில், அவற்றை அடுத்துள்ள சரிவுகளிலிருந்து நீர் நிலத்தளத்திற்குக் கசியக் கூடும். பொதுவாக மலைச் சரிவுகளில் மேற்புற மண் நீர் உட்புகவிடும் இயல்பினதாயும், அதற்குக் கீழுள்ள பகுதி நீர் உட்புகவிடா இயல்புள்ள கடினப் பாறைகளால் ஆனவையாய் இருக்கும். எனவே, மழைநீர் எளிதில் உட்புக இயலும் மண் வழியே ஊடுருவி, உட்புக இயலாப் பாறை அடுக்குகள் வழியே நிலத்தளத்தை நோக்கிப் பாய்கிறது. சில சமயங்களில் ஊற்றுப் போல் வெளி வரலாம். மேலும், மண், கப்பி, நீர்ப்பிணை மெக்காடம் ஆகிய நீர் உட்புக இயலும் தளங்கள் கொண்ட சாலையில், இத் தளங்களின் வழியாகவே நீர் சாலையின் நிலத்தளத்தை நோக்கி ஊடுருவக் கூடும். கான்கிரீட் போன்ற நீர் ஊடுருவ இயலாத சாலைகளிலும், அவற்றில் உள்ள இணைப்புகள் (Joints), விரிசல்கள் (Cracks) மூலமாக நீர் உட்புகக் கூடும். பருவநிலைக் காரணமாகத் தோள் பகுதி, சாலைத்தளத்தின் விளிம்பு ஆகிய பகுதிகளிலுள்ள ஈர அடக்கத்திற்கும், சாலை நிலத்தளப் பகுதிகளிலுள்ள ஈர அடக்கத்திற்கும் வேறுபாடு ஏற்படுகிறது. இவ் வேறுபாட்டின் காரணமாகவே தோள் பகுதியிலிருந்தும்,

விளிம்புப் பகுதிகளிலிருந்தும் ஈரம் நிலத்தளத்தை நோக்கி இடம் பெயர்கிறது. சான்ருக, வெயில் காலங்களில் தோள், விளிம்பு ஆகிய பகுதிகள் நிலத்தளத்தை நோக்க உலர்ந்தும், மழைக் காலங்களில் ஈரமாகவும் இருக்கின்றன. எனவே மழைக் காலங்களில் தோள், விளிம்பு ஆகிய பகுதிகளிலிருந்து ஈரம் நிலத்தளத்தை நோக்கியும், வெயில் காலத்தில் எதிர்மாருகவும் இடம் பெயர்கின்றது.

6-18. பருவ நிலை காரணமாகவே நீர்த்தளம் உயரவோ அன்றித் தாழவோ நேரிடுகின்றது. நிலத்தளத்திற்கு வெகு அருகில் நீர்த்தளம் இருந்தால், நுண்புழை ஏற்றத்தால் நீர் மேலெழுகிறது. நிலத்தளம் உறுதியுடன் விளங்க, நிலத் தளத்திற்கும் நீர்த்தளத்திற்குமிடையே எந்தப் பருவ நிலையிலும் குறைந்தது 4 அடி இடைவெளி இருக்குமாறு கவனித்துக் கொள்ளவேண்டும்.

6-19. சாலை அமைக்கும்போது நிலத்தளத்தைக் காட்டிலும் அதன் கீழே உள்ள அடுக்குகளில் அதிக ஈரம் இருப்பின், இவ் வடுக்குகளிலிருந்து நுண்புழையேற்றத்தினுல் ஈரம் மேல்நோக்கி இடம் பெயரக்கூடும். ஆயின், இம் முறையால் நிகழும் ஈர அடக்க மாற்றம் நிலத்தளத்தின் வலிவினைப் பெருமளவிற்குப் பாதிப்பதில்லை. ஏனெனில், சமநிலை அடைந்தவுடன் இம் முறையால் ஈரம் இடம் பெயர்வதில்லை.

அடிநில வடிமான அமைப்பு (Sub-Soil Drainage System)

6-20. இலட்சிய நிலைமைகளில், சாலை நிலத்தளத்தின் வாழ்நாளில் ஈர அடக்கத்தில் மாறுதல் ஏதும் நிகழ்தல் கூடாது. எனவே, அடிநில வடிமான அமைப்பின் பணி நிலத்தளத்தில் நிகழக்கூடிய ஈர அடக்க மாறுபாட்டினைத் தடுத்தலேயாகும். அடிநில வடிமான அமைப்பின் வகையைத் தீர்மானம் செய்வ தற்கு முன்னர் கீழ்க்காணும் தகவல்களை அறிதல் வேண்டும்:

(i) மண் புறஉருவ அமைப்பு (Soil Profile): மண்வகை, வெவ்வேறு படுகைகளின் தடிப்பு ஆகியவை இதில் அடங்கும்.

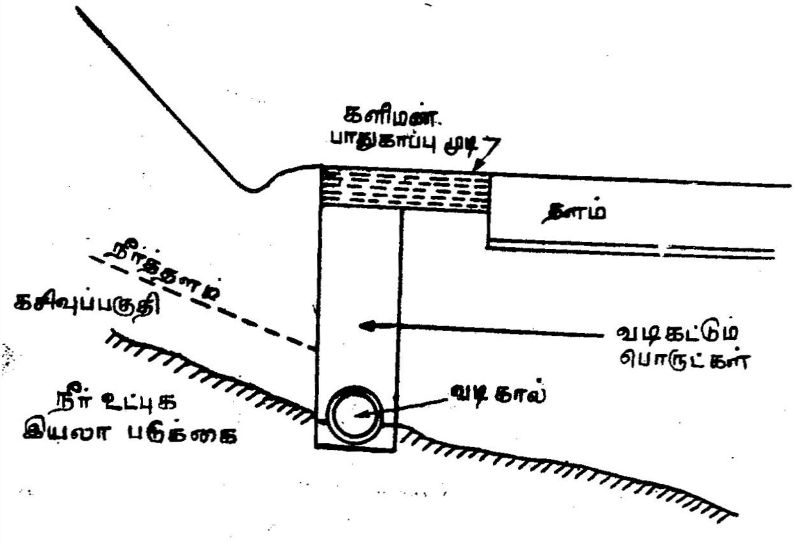
(ii) நீர்தளத்தின் மட்டம்.

(iii) நீர்க் கசியும் பகுதிகள் ஏதேனும் இருந்தால் அதனைப் பற்றிய தகவல்கள்.

மேற்கண்ட தகவல்களைப் பெற்ற பின்னர் சூழ்நிலைக் கேற்ப அடிநிலப் பாய்வினை கட்டுப்படுத்துதற்குப் பல முறைகள் எடுத்தாளப்படுகின்றன.

கசிவினைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகள்

6–21. இதில் இருவகை நிலைமைகள் எழுகின்றன. புறப் பரப்பிலிருந்து 2 அடி அல்லது 3 அடிக்குள்ளேயே கசிவுப் பகுதிகள் இருந்தால், குறுக்கீடு-வடிகால் (Intercepting Drainage) ஒன்றினை, உட்புகவிடா இயல்புள்ள படுகையில் சிறிதளவு இருக்குமாறு அமைக்கவேண்டும். இதனைப் படம் 6–6 விளக்கு கின்றது.



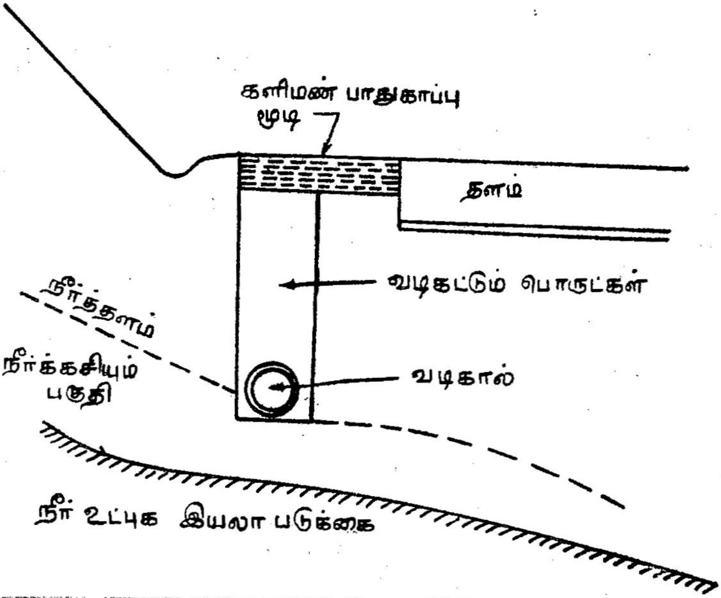
படம் 6-6.

ஆழமற்ற கசிவிடத்தில் குறுக்கீடு வடிகால் அமைத்தல்.

மேற்கூறியவாறன்றி கசிவுப் பகுதி அகன்றோ அல்லது நீர் உட்புக இயலா படுகைகள் மிக ஆழத்திலோ காணப்படலாம். அவ்வாறான சமயங்களில் நீர் உட்புக இயலா படுகைகள் வரையிலும் வடிகாலினைக் கொண்டு சென்று, கசியும் எல்லா நீரினையும் குறுக்கிட்டுச் சேகரித்தல் சிக்கனமான காரியமல்ல. ஆகவே, நிலத்தளத்திற்குக் கீழ் குறைந்தது 4 அடி இடைவெளி யில் நீர்த்தளம் இருக்கும் வண்ணம் வடிகால்களை அமைக்க வேண்டும்.

உயர்ந்த நீர்தளத்தைக் கட்டுப்படுத்தல் (Control of High Water Table)

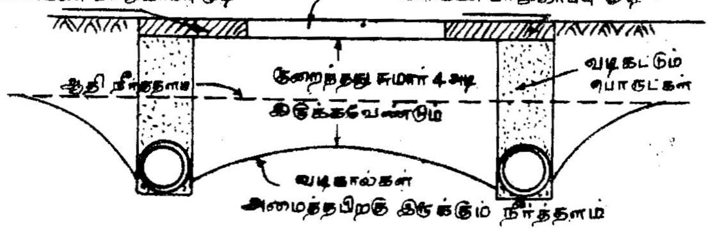
6–22. சாலையின் பக்கங்களில் சற்று ஆழமான பக்க வடிகால்களை அமைப்பதன் மூலம் நீர்த்தளத்தின் உயர்வை



படம் 6-7.

ஆழ்ந்த கசிவிடத்தில் 'பகுதி குறுக்கீடு' வடிகால் அமைத்தல்.

மட்டுப்படுத்தலாம். இவ்வாறு அமைக்கப்படும் வடிகால்கள் நிலத்தளத்தை நோக்கிச் செல்லும் நீரினை இடைமறித்து



படம் 6-8.

நீர்த்தளத்தின் மட்டத்தைத் தாழ்த்துதற்கான வடிகால்கள்.

நீர்த்தளத்தின் உயர்வைக் குறைக்கிறது. படம் 6–8 இதனைத் தெளிவாக்குகின்றது.

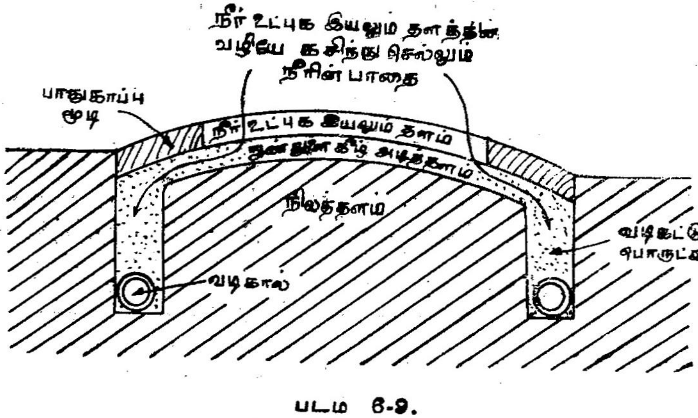
வடிகால்களின் ஆழமும், இடைவெளியும் மண்ணின் தன்மையினையும் சாலைப் பகுதிகளின் அகலத்தினையும் பொறுத்துள்ளன. இரு ஊர்தி வழியில் (Dual Carriage way) சாலையின் மத்தியப் பகுதியிலும், சாலையின் இருபுறங்களிலும் வடிகால்கள் தேவைப்படலாம்.

நீர் உட்புக இயலும் சாலைத்தளத்தின் வழியே நுழையும் நீரினைக் கட்டுப்படுத்தல் (Control of water entering the Sub-grade through a previous Road Pavement)

6–23. முற்றிலும் ஊடுருவ இயலாத சாலைத்தளத்தை அமைப்பது இயலாத காரியமென்றே கூறலாம். கீழ்க்காணும் முறைகளைப் பின்பற்றி சாலைத்தளத்தின் வழியே நுழையும் நீரினைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

(a) **நுண்துளை கீழ் அடித்தள அமைப்பு** (Porous Sub-Base)

6–24. சாலைத்தளத்திற்கும் நிலத்தளத்திற்குமிடையே 6″ முதல் 12″ வரையிலும் தடித்த மணல், கப்பி ஆகிய பொருள்களாலான கீழ் அடித்தளத்தை அமைப்பதன் மூலம் நிலத்தளத்தினைப் பாதுகாக்கலாம்.



படம் 6-9.
நுண் துளை கீழ் அடித்தளம்.

சாலையின் பரப்பை ஊடுருவி உட்புகும் நீர் நிலத்தளத்தை அடைவதற்கு முன்னர் அதனை இடைமறித்து, சாலையின் பக்கங்களில் அமைக்கப்பட்டுள்ள வடிகால்களில் கொண்டு சேர்ப்பதே இதன் நோக்கமாகும். சாலையின் மேற்பரப்பில் தக்க மேல்வாட்ட வளைவினைக் கொடுத்தல் முக்கியமானதொன்றாகும்.

கீழ் அடித்தளத்தை உறுதி நிலைப்படுத்தல் (Stabilizing the Sub-base)

6-25. கீழ் அடித்தளத்தின் மேல் 3″ முதல் 6″ வரையிலுமான தடிப்பிற்குச் சிமெண்ட் கலந்து உறுதிநிலைப்படுத்துவதன் மூலம் மேலிருந்து நிலத்தளத்தை நோக்கி நீர் நுழைவதைத் தடுக்கலாம். சிமெண்டிற்குப் பதில் நிலக்கீல் அல்லது தகுந்த மற்றைய நீர்காப்புப் பொருள்களைப் பயன்படுத்திக்(Water Proof) கீழ் அடித்தளத்தை உறுதிநிலைப்படுத்தலாம். சாலை மேற்பரப்பிலுள்ள வெடிப்புகள் வழியே உட்புகும் நீரை நிலத்தளம் ஈர்ப்பதை இவை, தடுக்கின்றன. சில இடங்களில் நீர்காப்புச் சவ்வு (Water proof–Membrane) இதற்கெனப் பயன்படுகின்றது.

வடிமானப் பள்ளங்களின் அமைப்பாண்மை (Design of Drainage Trenches)

6–26. வடிமான அமைப்புகள் திறமையாகச் செயல்பட வடிமானப் பள்ளங்கள் நல்ல முறையில் அமைப்பாண்மை செய்யப்படவேண்டும். வடிமானப் பள்ளங்களின் அமைப்பாண்மையில் தனிச் சிறப்புக் கூறுகள் பல உள. வடிக்கப்பட்ட நீரை விரைந்து வெளியேற்றுவது மட்டுமே வடிகால்களின் பணியாகும். ஆனால், வடிமானப் பள்ளங்களோ வடிமானப் பணியில் பெரும் பங்கை வகிக்கின்றன.

வடிமானப் பள்ளங்களின் பின் நிரவுகள் (Back-Fills for Drain Trenches)

6–26 கடந்த காலங்களில் வடிமானப் பள்ளங்களில் வடி குழாய்களைச் சுற்றி நிரப்பப்பட்ட பின்நிரவுப் பொருள்களைப் பற்றி அதிக அக்கறை காட்டப்படவில்லை. கற்களை வடிமானக் குழாயைச் சுற்றிலும் இட்டு அதன்மேல், அகழ்வுகளிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட மண்ணை நிரப்புவர். இவ்வாருன வடிமானப் பள்ளங்களின் பின் நிறவுகளில் நுண்மணல் அல்லது அது போன்ற மற்றையப் பொருள்கள் படிந்து நீர் உட்புகுவதைத் தடுத்தமையால், வடிமானப் பள்ளங்களால் அவற்றின் பணியினைச் செவ்வனே செய்ய இயலவில்லை.

6–27. மேற்கண்ட குறையினை நீக்கத் தற்காலத்தில் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட வடிகட்டும் பொருள்களையே பின் நிரவுவதற்குப் பயன்படுத்துகின்றனர். வடிகாலுக்கு நீர் செல்வதைத் தடை செய்யாமலும், அதே சமயம் நுண்மணல், வண்டல் மண் (Silt) போன்றவை மெல்ல உட்புகுவதைத் தடுக்கவும் ஏற்றுற்போல் வடிகட்டும் பொருள்களைத் தேர்ந்தெடுக்கின்றனர். அமெரிக்க ஐக்கியநாட்டுப் பொறியாளர் குழுவினுல் (U.S. Corps of Engineers) பின் வரும் அமைப்பாண்மை வழிகள் பின்பற்றப்படுகின்றன;

(1) வடிகால் அமைக்க விருக்கும் பகுதியிலுள்ள நிலத்தள மண்ணின் துகள் அளவுப் பகுப்பாய்வினைப் (Particle Size Analysis) பெறுதல்.

(2) துகள் அளவுப் பகிர்வு வளைகோட்டினை வரைதல் (Particle Size Distribution Curve)

(3) வடிகட்டும் பொருள்களின் துகள் அளவுப் பகிர்விற் கான வரம்புகளைக் கீழே தரப்பட்டுள்ளவையின் அடிப்படையில் அமைத்தல்:

(a) வண்டல் மண், நுண்மணல் ஆகியவை அடித்துக் கொண்டு செல்லப்பட்டு வடிகாலில் நுழையா வண்ணம் தடுப்பதற்கு, நீர்பீற்று விகிதம் (Piping Ratio) 5–க்குக் குறைவாக இருக்கவேண்டும். இதில்,

$$\text{நீர்பீற்று விகிதம்} = \frac{\text{வடிகட்டும் பொருள்களின் } 35\% \text{ அளவு (Size)}}{\text{நிலத்தளப் பொருள்களின் } 15\% \text{ அளவு (Size)}}$$

என வரையறை செய்யப்படுகிறது.

(b) வடிகட்டும் பொருள்களின் நீர் உட்புகுதிறன் விகிதம் 5-க்கு அதிகமாக இருக்கவேண்டும். இதில்

$$\text{உட்புகு திறன் விகிதம்} = \frac{\text{வடிகட்டும் பொருள்களின் } 15\% \text{ அளவு (Size)}}{\text{நிலத்தளப் பொருள்களின் } 15\% \text{ அளவு (Size)}}$$

என வரையறை செய்யப்படுகின்றது.

[துகள் அளவுப் பகிர்வு வரைபடத்தில் 15 சதவீத நிலைத் தூரத்திற்கு (Ordinate) ஒத்த துகள் அளவே 35 சதவீத அளவு எனப்படுகிறது. இதேபோல் 85 சத அளவும் கிடைக்கப் பெறுகிறது]

(iv) மேற்கண்ட காரணங்களினால் வடிகட்டும் பொருள் களின் 15 சதவீத துகள் அளவு எல்லை 5 × நிலத் தள பொருள்களின் 15 சதவீத அளவிற்கு அதிக மாகவும், 5 × நிலத்தள பொருள்களின் 85 சதவீத அளவிற்குக் குறைவாகவும் இருக்கவேண்டு மென்பது தெளிவு.

(v) நுண்துளை குழாய்களைப் பயன்படுத்தினால் நுண் துளையின் அளவினைப் பொறுத்தும், திறந்த இணைப்புகள் உள்ள குழாயானால் இணைப்புகளின்

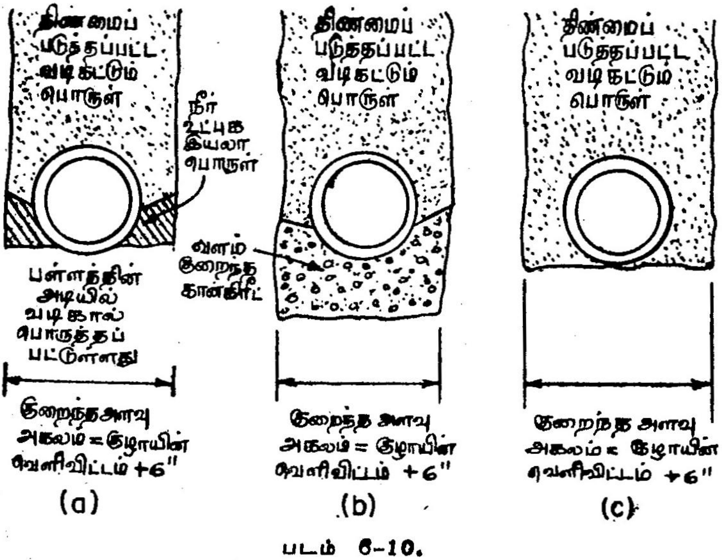
அளவினைப் பொறுத்தும் பருவெட்டான துகள்களின் (Coarse particles) அளவு எல்லையினை அமைத்துக் கொள்ளவேண்டும்.

வடிகட்டும் பொருளின் துகள் அளவு குழாய் இணைப்பின் அளவைப்போல் இருமடங்காக இருக்க வேண்டுவது இன்றியமையாததாகும். நுண்துளை குழாய்களுக்கு இவ்வாறு இருக்க வேண்டுவதில்லை.

(vi) மேற்கூறியவற்றின் அடிப்படையில் வடிகட்டும் பொருளைத் தேர்ந்தெடுத்து, அவற்றினைப் பயன் படுத்த வேண்டும். பருவெட்டான துகள்களை வடிகால் குழாயைச் சுற்றிலும், நுண் துகள்களை அதன் பின் நிரவுப்பொருளாகவும் அமைக்கவேண்டும்.

வடிகால் பள்ளங்களின் அடியில் வடிகால் குழாய்களைப் பொருத்துதல்

6-28. நீர் உட்புக இயலாத மண்ணில் வடிகால் அமைக்க வேண்டியிருப்பின், முதலில் வடிகால் பள்ளத்தில் நீர் ஏதேனும்



படம் 6-10.

(a), (b) நீர் உட்புக இயலாப் பள்ளத்தின் அடிப்பகுதி.
(c) நீர் உட்புக இயலும் பள்ளத்தின் அடிப்பகுதி.

இருப்பின் அதனை முற்றிலும் நீக்கவேண்டும். பிறகு பள்ளத்தின் அடிப்பகுதியில் நீர் எளிதில் ஊடுருவ இயலாத களிமண்

போன்ற பொருள்களை இட்டுக் கெட்டிப்படுத்திப் பின்பு குழாயை வடிகால் பள்ளத்தில் பொருத்தவேண்டும் [படம் 6–10 (a).]

இவ்வாறன்றி வளம் குறைந்த கான்கிரீட் கலவையை (Lean Concrete Mix) பள்ளத்தின் அடியில் நிரப்பி அதன்மேல் வடிகால் குழாயைப் பொருத்தலாம். இவ்விரு முறைகளினாலும் வடிகால் குழாயுடன் அடிப்புறத்தில் நீர் தங்குவது தடுக்கப்படுகின்றது. நீர் உட்புக இயலும் மண்ணில் பள்ளம் அமைக்க வேண்டுமாயின், மேற்கூறிய வழிமுறைகளைப் பின்பற்ற வேண்டுவதில்லை. ஏனெனில், இவ்வாறான இடங்களில் நீர்த் தளத்தின் மட்டத்தைக் குறைப்பதற்கே வடிகால்கள் பொருத்தப்படுகின்றன [படம் 6–10 (c)].

வடிக்கால் பள்ளத்தை மூடுதல்

6–29. வடிகட்டும் பொருள்களை பள்ளத்தில் நிரப்பியபின் அதன் மேல்புறத்தை 6″ தடிப்பிற்குத் தின்மை செய்யப்பட்ட களிமண் அடுக்கினையோ அல்லது அதுபோன்ற பிற பொருள்களைக் கொண்டோ பள்ளத்தை மூடுதல் நன்று. மேலிருந்து, நுண்மணல், வண்டல் மண் ஆகியவை பின்நிரவுப் பொருள்களில் படிவது இதன் மூலம் தடுக்கப்படுகின்றது.

குறுக்கு வடிமானம் (Cross Drainage)

6–30. சாலை செல்லும் வழியில் ஆறுகள், நீரோடைகள், கிளை ஆறுகள் போன்ற இயற்கையான நீர்ப்போக்குகள் குறுக்கிடலாம். இவ்வாறான இயற்கை வடிமானங்கள் சாலையைக் கடக்க உதவும் வண்ணம் செய்யப்படும். நிர்மாண வேலைகளுக்குக் 'குறுக்கு–வடிமான வேலைகள்' என்று பெயர். இவற்றுள் முக்கிய மானவையான சிறு பாலங்கள் (Culverts), பாலங்கள் (Bridges) ஆகியவற்றைப் பற்றிச் சுருக்கமாகப் பார்ப்போம்.

சிறு பாலங்கள்

6–31. மேற்பரப்பு நீரைச் சாலையின் கீழாகக்கொண்டு செல்லும் குழாய்க் கால்வாயினை (Conduits) சிறு பாலங்கள் எனச் சொல்லலாம். நீர்ப் போக்கிற்கு அல்லது குறுகிய கணவாய்க்கு (Ravine) மேலாகச் சாலையைக்கொண்டு செல்லும் அமைப்பிற்குப் பாலம் என்று பெயர். இடைநீளம் (Span) 20 அடிக்குக் குறைவாக இருக்கும் அமைப்பினைச் சிறு பாலம் எனவும், அதற்கு அதிகமான இடைநீளமுள்ள அமைப்பினைச் பாலம் எனவும் வேறுபடுத்திக் கூறலாம்.

6–32. சிறு பாலங்களின் வகைகள், அவற்றைக் கட்டு தற்கான பொருள்கள், அமைப்பாண்மை முறைகள் ஆகியவை இந் நூலின் நோக்கத்திற்கு அப் பாற்பட்டவை. எனினும், முக்கியமான சிறு பாலங்களைப்பற்றிய ஒரு சில குறிப்புகள் மட்டும் கீழே தரப்பட்டுள்ளன :

பெருமளவிற்குப் பயன்படும் சிறுபாலங்களாவன :

(1) குழாய்–சிறு பாலங்கள் (Pipe Culverts).

(2) பலகை-சிறுபாலங்கள் (Slab Culverts)

(3) பெட்டிவகை-சிறுபாலங்கள் (Box Culverts)

(4) வளைவு-சிறுபாலங்கள் (Arch Culverts).

குழாய்ச் சிறு பாலங்கள்

6–33. சாலையின் உயர்ந்திருக்கும் இடங்களிலும், ஆண்டொன்றில் பெரும்பகுதி காலங்களில் ஒரு சிறிது நீர் செல்லும் நீரோடைகள் குறுக்கிடும் இடங்களிலும் குழாய்ச் சிறுபாலங்கள் பயன்படுகின்றன. சாலையின் கீழாகச் சற்றுச் சாய்வாக அமைக்கப்பட்டுள்ள குழாய்கள் வழியாக நீர் சாலையைக் கடந்துசெல்லும். இவற்றிற்குள் நுழைந்து மேற்பார்வை செய்வதற்கு ஏற்றாற்போல் குறைந்தது 2′–6″ விட்டமுள்ள குழாய்களையே பயன்படுத்தவேண்டும்.

இவை பளிங்காக்கப்பட்ட களிமண், கான்கிரீட், வலுப் படுத்தப்பட்ட கான்கீரீட் (Reinforced Concrete) போன்ற பொருள்களால் செய்யப்படுகின்றன. மண் அல்லது களிமண் படுகைகளாக இருப்பின் (Bed) அவற்றின் பாதுகாப்பிற்குச் செதுக்கப்படாத கற்களைக்கொண்டு பாவுதல் நலம். குழாய்க்கு அடியில் போதிய அளவு தடிப்பிற்குக் கான்கிரீட் படுகை ஒன்றை அமைக்கவேண்டும்.

பலகைச் சிறு பாலங்கள்

6–34. இவ்வகைச் சிறுபாலங்களில் உதைவுகள் (Abutments) உண்டு. அவ்வுதைவுகள்மேல் பலகை (Slab) இருக்கும். சாலைவழி இப் பலகையின்மேல் செல்கின்றது. கற்பலகையையோ அன்றி கான்கிரீட் பலகையையோ இதற்குப் பயன்படுத்தலாம். கற்பலகையைப் பயன்படுத்தும் போது, இடைநீளம் 6 அடிக்குமேல் இருக்கக்கூடாது. இதற்கு அதிகமாக இடைநீளம் இருந்தால் கம்பிகள்கொண்டு பலப் படுத்தப்பட்ட கான்கிரீட் பலகையைப் பயன்படுத்தலாம்.

இவ்வகைச் சிறுபாலங்களில் உதைவுகளுக்கு இடையில் தூண்களை அமைத்து, அவற்றின்மேல் பலகையையும், அதன் மேல் சாலையையும் நிர்மாணிப்பார்கள்.

பெட்டிவகைச் சிறு பாலங்கள்

6–35. தூண்களுக்கும், உதைவுகளுக்கும் அடியில் தனித் தனியே கடைக்கால் அமைக்க இயலாத அளவிற்கு மண்ணின் தன்மை உள்ள இடங்களில் பெட்டி வகைச் சிறுபாலங்கள் பயன்படுகின்றன. மண் தரம் குறைந்து காணப்படும் இடங் களில், மேலிருந்துவரும் எடையினை அகன்ற பரப்பில் பகிர்வு செய்ய வேண்டுவது இன்றியமையாததாகும். இதற்குப் பெட்டி வகைச் சிறுபாலங்கள் ஏற்றவையாகும். குறைந்தது 2′×2′ உள்ள திறப்புகளில் இவ் வகையினைப் பயன்படுத்தலாம்.

6–36. அதிக எடையைத் தாங்க வேண்டியுள்ள பகுதி களிலும், உயர்ந்த நிரவுகள் உள்ள பகுதிகளிலும் வளைவுச் சிறு பாலங்கள் உதவுகின்றன. செங்கல், கருங்கல், சிமெண்ட் கான்கிரீட் அல்லது சுண்ணாம்பு கான்கிரீட் போன்ற பொருள் களைக்கொண்டு இவ் வகைப் பாலங்களை நிர்மாணிக்கின்றனர். இப் பாலங்களில், இடைநீளம் 10 அடிக்கு மிகாமல் இருத்தல் வேண்டும்.

6–37. இயல்பான நிலைமைகளில், சிறுபாலங்கள் வகை யினைத் தேர்ந்தெடுப்பதில் சிக்கனத்திற்கே முதலிடம் தரப்படு கின்றது. எனினும், மற்றைய நிலைமைகளையும் புறக்கணித்தல் கூடாது. சான்றாக, கடற்கரைப் பகுதிகளில் எஃகு அல்லது பிற உலோகங்களால் ஆன சிறு பாலங்களைப் பயன்படுத்துதல் நன்றன்று. ஏனெனில், உலோகங்களால் ஆன குழாய்கள் கடற்கரைப் பகுதிகளில் எளிதில் பாதிக்கப்படும். எனவே குறிப்பிட்ட பகுதியின் இயல்பு, அவ் விடத்தில் கிடைக்கக்கூடிய பொருள்கள், உழைப்பு ஆகியவற்றினையும் சிறு பாலத்தினைத் தேர்ந்தெடுக்கும்போது கவனிக்கவேண்டும்.

6–38. தேசிய நெடுஞ்சாலை, மாநில நெடுஞ்சாலை, மாவட்டப் பெருஞ்சாலை ஆகியவற்றில் அமைக்கப்படும் சிறு பாலங்களின் அகலம் [பக்கச் சுவர்களின் வெளி முகங்களுக்கு இடையே உள்ள தூரம்] அமைப்பாண்மை செய்யப்பட்ட சாலை முழு அகலத்திற்குச் சமமாக இருக்கவேண்டும். சிறு பாலங் களின்மேல் தேசிய நெடுஞ்சாலை, மாநில நெடுஞ்சாலை, மாவட்டப் பெருஞ்சாலை ஆகியவற்றின் அகலம் 24 அடியாகவும், மற்றைய வகைச் சாலைகளின் அகலம் 12 அடியாகவும் இருக்க

வேண்டும். நடைபாதை போன்றவற்றிற்காகச் சாலையை மேற்கொண்டு அகலப்படுத்தலாம்.

பாலங்கள் (Bridges)

6–39. சாலையைக் குறுக்கிடும் இயற்கை வடிமானங்களின் நீர்வழி (Waterway) 20 அடிக்கு மேல் அகன்றிருந்தால், அதனைக் கடக்க உதவும் அமைப்பினைப் 'பாலம்' என்று கூறலாம். பாலங்கள் எண்ணிக்கையில் குறைவாக இருப்பினும், அவற்றின் நிர்மாணச் செலவு எந்த ஒரு நெடுஞ்சாலைத் திட்டத்திலும் கணிசமான பகுதியாகும். பாலங்களின் அமைப்பாண்மையைப் பற்றி மிகுந்த கவனம் செலுத்தவேண்டும். பாலங்களின் அமைப்பாண்மை முறைகள் இந் நூலின் நோக்கத்திற்கு அப்பாற்பட்டவையாகும். எனினும், அவற்றினைப்பற்றிய முக்கியமான சில தகவல்கள் மட்டும் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

இலட்சியப் பாலம் (Ideal Bridge)

6–40. இலட்சியப் பாலங்களுக்கான இயல்புகள்:

(1) இரு முனைகளிலிருந்தும் பாலத்தினை அணுகும் சாலைகளின் மையக் கோட்டிலிருந்து பாலத்தின் மையக்கோடு அதிக அளவு விலகிச் சென்றிருக்கக்கூடாது. இயன்றவரையில் பாலத்தை நேர்கோட்டில் அமைக்கவேண்டும். அவ்வாறு இயலாவிடின் சாலையின் பொதுவான வளை ஆரத்தைவிட, அதிக அளவிற்குப் பாலத்தின் வளை ஆரம் இல்லாமல் இருக்குமாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும்.

(2) பாலம் முழுமையும் ஒரே மட்டத்தில் இருக்கவேண்டும். அவ்வாறின்றி சற்றுச் சரிவாக இருக்கவேண்டுமானால், பாலத்தின் அணுகுசாலைகளின் (Approaches) சரிவு விகிதத்திற்கு இசைவாக அதனை அமைக்கவேண்டும். பாலத்தின் நீளம் அதிகமாக இருந்தால், அதன் முழு நீளத்திற்கும் மேல்வாட்ட வளைவு தரவேண்டும்.

(3) தற்போதுள்ள போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கு மட்டுமன்றி எதிர்காலத்தில் அதிகரிக்கக்கூடிய நடமாட்டத்தின் தேவையினையும் கருத்தில்கொண்டு, பாலத்தின் அகலத்தை நிர்ணயிக்கவேண்டும்.

(4) இந்திய சாலைக்குழு (Indian Road Congress IRC) படித்தரங்களுக்கு ஏற்ப, நியாயமான காப்புறுதிக் கூறுடன்

(Factor of Safety) பாலங்களின் அமைப்பாண்மை விளங்க வேண்டும்.

(5) நீர்ப்போக்கிற்கு அதிக இடையூறு நேராவண்ணம் பாலத்தை அமைக்கவேண்டும்.

(6) பாலத்தின் கடைக்கால் பகுதி பாறைகளாக இருப்பது மிகவும் விரும்பத்தக்கதாகும். வெள்ளத்தினால் ஏற்படும் விளைவுகளைத் தடுக்கக் கடைக்கால் பகுதியைத் தேவையான ஆழம்வரை கொண்டுசெல்ல வேண்டும்.

(7) பதிவு செய்யப்பட்ட மிக உயர்ந்த வெள்ள மட்டத்தைக் காட்டிலும் சற்று அதிகமான பட்டறை மட்டம் (Head Room) வைக்கவேண்டும். படகுகள், கப்பல்கள் போன்ற கலங்கள் செல்லக்கூடிய நீரோடையாக இருந்தால், அவ் வழியே செல்லக்கூடிய மிக உயர்ந்த நீர் செல்கலத்தின் உயரத்தைக்காட்டிலும் அதிகமான பட்டறைமட்டம் (Head Room) வைக்கவேண்டும்.

(8) குடி நீர்க்குழாய், கழிவு நீர்க்குழாய், தொலைபேசிக் கம்பங்கள், மின்கம்பங்கள் போன்றவற்றிற்கெனப் போதிய இடம் வேண்டும்.

(9) பாலம் அமைப்பதற்கான செலவும், பழுதுபார்க்கும் செலவும், பராமரிப்புச் செலவும் மிகவும் குறைந்தே இருக்க வேண்டும்.

பாலம் அமைப்புக்கான இலட்சிய அமைப்பிடம்

(1) ஆறு குறுகலாகச் செல்லுமிடங்கள், நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட கரைகள் கொண்ட இடங்கள் ஆகியவை.

(2) ஆற்றுப்போக்கு நேராக உள்ள இடங்கள். இவ் விடங்களில் அமைக்கப்படும் பாலங்களின் தூண்கள் ஆற்றோட்டத்திற்கு இணையாக இருக்கும். மேலும், சீரான கடைக்கால் ஆழமும் கிடைக்கும்

(3) சுழலோ அன்றி குறுக்கு நீரோட்டமோ (Cross Currents) இல்லாத பகுதி.

(4) ஆற்றுப்படுகை மட்டத்திற்கு உள்ள அதன் அண்மைப் பகுதிகளில் அரிக்க இயலாத பாறைப் பாங்கான பூமியோ அல்லது அழுத்தப்பட்ட நிலப்பகுதிகளோ இருத்தல் நன்று.

(5) குறுகிய வளைவுகளற்ற அணுகும் பகுதிகள் இருக்க வேண்டும்.

(6) வடிமான வேலைகள் ஏதுமற்ற பகுதிகள்.

(7) நீர்மட்டத்திற்குக் கீழே அதிகமான கட்டுமான வேலைகள் இல்லாத இடங்கள்.

6-41. இலட்சிய அடைப்பிடம் நடைமுறையில் கிடைப்ப தில்லை. ஒவ்வோர் அமைப்பிடத்திலும், சில இலட்சிய நிலைமைகள் இருக்கும்; சில இல்லாமலிருக்கும். இதுபோன்ற சூழ்நிலைகளில் மறுப்பிற்கு இடமளிக்கக்கூடிய நிலைமைகள் குறை வாயுள்ள அமைப்பிடத்தைத் தேர்ந்தெடுத்தல்வேண்டும்.

பாலங்களின் வகைகள்

6-42. நெடுஞ்சாலைகளில் பலவகையான பாலங்கள் பயனிலுள்ளவை. இடைநீளம், நீர்வழி, கடைக்கால் பகுதி களின் இயல்பு, ஆதாயவன்மை ஆகிய பல கூறுகளின் அடிப் படையில் பாலத்தின் வகையைத் தேர்ந்தெடுக்கின்றனர். கீழ்வரும் அட்டவணையில் முக்கியமான சில பாலங்களின் வகை தரப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 6-3. (1) கான்கிரீட் பாலங்கள்

வரிசை எண்	பாலத்தின் வகை	பாலத்தின் இடைநீளம்		விவரங்கள்
		குறைந்த அளவு	பெரும் பாலு முள்ள அளவு	
(1)	தூலமும், பலகையும் அல்லது பலகை மட்டும் கொண்ட ஓர் இடைநீளப் பாலம் (Single span Beam and slab or slab)	5′ (1·5 மீ.)	20′–40′ (6 மீ– 12 மீ.)	அமைப்பாண்மைக்கும் நிர்மாணத்திற்கும் எளியது.
(2)	தூலமும், பலகையும் அல்லது பலகை மட்டும் கொண்ட பல இடைநீளப்பாலம் Multiple span, Beam & Slab or Slab)	15′ (4·5 மீ.)	20′–40′ (6 மீ- 12 மீ.)	வெப்ப வேறுபாட்டால் வளையும் தகைவுகளைக் (Stresses) கருத்திற் கொள்ள வேண்டும்.

வரிசை எண்	பாலத்தின் வகை	பாலத்தின் இடைநீளம் குறைந்த அளவு	பாலத்தின் இடைநீளம் பெரும் பாலுமுள்ள அளவு	விவரங்கள்
(3)	ஓர் இடைநீள நுழைவாயில் அமைப்புள்ள 'நுழை வாயில்' பாலவகை (Portal) பலகை அல்லது பலகை தூலவகை	5′ (1·5 மீ-)	15′–30′ (4·5 மீ- 9 மீ.)	கிடையான மேல் பலகை (Deck slab) நிலைக்குத்து உதைவுச் சுவர்களுடன் ஒன்று போல் (Monolithick) அமைக்கப்பட வேண்டும்.
(4)	பல இடைநீள 'நுழைவாயில்' பாலவகை. பலகை அல்லது பலகை தூலவகை	15′ (4·5 மீ.)	20′–40′ (6 மீ– 12 மீ.)	கடைக்கால் மண்ணின் வலிவில் ஏதேனும் ஐயம் இருந்தால் இதனைப் பயன்படுத்தலாம்.
(5)	மாறுபாடும் நிலைமைத் திருப்புத்திறன் (Varying Moment of Inertia) கொண்ட பெரும் தூலப் பாலவகை. (Girder type).	30′ (9 மீ.)	50′–120′ (15 மீ– 36 மீ.)	அகன்ற இடைநீளமுள்ள பாலங்களில் பயன்படும்.
(6)	கேண்டிலீவர் (Cantilever) பாலவகை	40′ (12 மீ.)	60′–100′ (18 மீ– 30 மீ.)	ஆற்றுப் படுகையிலுள்ள கடைக்கால் பகுதி மெல்ல அழுந்தும் தன்மையுள்ள இடங்களில் பயன்படுகிறது.
(7)	பெருந்தூலம் கொண்ட வில் நாண் வடிவ வகைப்பாலம் (Bow String Girder Type)	70′ (21 மீ.)	100′- 150′ (30 மீ– 45 மீ.)	பலகை மட்டத்திற்கு (Deck level) மேல் வளைவு ஆதாரக்கைகள் கொண்டது (Arch Ribs). கிடை அழுத்தத்தைத் (Horizontal Thrust) தடைசெய்ய வளைவுகள் தோன்றும் தொடக்க விடங்கள் (Springings) ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

(2) இரும்பு, மற்றும் எஃகு வகைப் பாலங்கள்

வரிசை எண்	பாலத்தின் வகை	பாலத்தின் இடைநீளம்	விவரங்கள்
(1)	தொங்கு பாலம் (Supsension-Bridge)	1,600' வரையிலும் (480 மீ.)	மலைச் சாலைகளில் பயன்படுகின்றது.
(2)	வளைவுப் பாலம் (Arch).	350'–க்கு மேல் (105 மீ)	ஆழ்ந்த மலைச் சந்துகளிலும் (Gorges), விரைந்தோடும் நீர்ப் போக்குகளிலும், தூண்களுக்கான கடைக்கால் செலவு மிகுதியாகும் பகுதிகளிலும் பயன்படுகின்றது.
(3)	பெரும் தூலங்கள் கொண்ட வில் நாண்வடிப்பாலம்.	150' (45 மீ.)	தற்போதைய பயனில் பெரும் பாலும் இல்லை.
(4)	முற்றிலும் தகடாலான பாலம் (Through Plate).	15' வரையிலும் (4·5 மீ)	சிறுசாலைப்பாலங்களில் பயனுகிறது.
(5)	பெட்டி வடிவ பெரும் தூலமுள்ள பாலம் (Box Girder Type).	450' வரையிலும் (135 மீ)	தற்போது பெருமளவில் இல்லை.
(6)	கேண்டிலீவர் வகை.	மிக நீண்ட இடை நீளங்களுக்கு.	மிக நீண்ட இடைநீளமுள்ள பாலங்களுக்குப் பெரிதும் பயன் படுகின்றது. தொங்கு பாலத்திற்கு ஏற்ற மாற்றுப்பாலம் இஃது ஒன்றேயாகும். மலைச்சாலைகளில் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

வரிசை எண்	பாலத்தின் வகை	பாலத்தின் இடை நீளம்	விவரங்கள்
(7)	இயங்கு பாலங்கள்	100'–க்கு மேல் (30 மீ.)	கலங்கள் செல்லத்தக்க ஆறுகளில் பயன்படுகின்றன. பேஸ்க்யூல்பாலம் (Bascule Bridge), ஊஞ்சல் பாலம் (Swing Bridge) போன்ற இவ் வகையில் முக்கியமானவை யாகும்.

7. நெடுஞ்சாலை வடிவ அமைப்பாண்மை

(Geometric Design of Highways)

அறிமுகம்

7-1. கண்களுக்குப் புலப்படும் சாலையொன்றின் புற அளவுகளைப்பற்றிய நெடுஞ்சாலை அமைப்பாண்மைக்கு 'நெடுஞ் சாலை வடிவ அமைப்பாண்மை' என்று பெயர். எனவே, இது நெடுஞ்சாலையைப் பயன்படுத்துவோர் நேரடியாகச் சம்பந்தப்பட்ட சாலைப் பகுதிகளின் அமைப்பாண்மையாகும். சாலையைப் பயன்படுத்தும் ஒவ்வொருவரும் அவரவரது சேர் இடத்தினைக் குறுகிய காலத்தில் முழு நலத்துடன் சென்று சேர வேண்டுமெனவே விரும்புவர். எனவே, இயன்றளவு விரைவுடனும், செம்மையான பாதுகாப்புடனும் செல்வதற்கு ஏற்றாற்போல் சாலையை அமைப்பது அமைப்பாளரின் கடமை யாகும். வேகம், பாதுகாப்பு, வசதி ஆகிய மூன்றும் சீரிய அமைப்பாண்மைக்கு அடிப்படையாய் அமைந்துள்ளன என்பது தெளிவு. வடிவ அமைப்பாண்மையில் சாலைத்தளத்தின் தடிப்பு, அடித்தளம், கடைக்காலின் உறுதிநிலை ஆகிய அமைப் பியல் கூறுகள் இடம் பெறா.

7-2. நெடுஞ்சாலை யொன்றின் அமைப்பாண்மையை வகுத்தற்கு முன்னர் கீழ்க்காணும் அடிப்படைகளை மனத்திற் கொள்ளுதல் வேண்டும்:

(1) இரவு நேரங்களிலும், பகல் நேரங்களிலும், எல்லா வானிலையிலும் சாலை பாதுகாப்பாகவும், செயல்திறனுள்ள தாகவும் இருக்குமாறு அமைப்பாண்மையை வகுக்கவேண்டும்.

(2) தினசரி போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கும், உச்ச நேர நடமாட்டத்திற்கும் ஏற்றாற்போல், அமைப்பாண்மை

இருக்கவேண்டும். தவிரவும், எதிர்காலத்தில் அதிகரிக்கக் கூடிய நடமாட்டம்பற்றிய கருத்தையும் மனத்திற்கொண்டு அமைப்பாண்மையை வகுக்கவேண்டும்.

(3) அமைப்பாண்மை வேகம் (Design Speed), ஊர்திகளின் இயல்புகள், ஊர்தி ஓட்டுநர்களின் போக்கு ஆகிய யாவற்றிற்கும் இசைந்தாற்போல் அமைப்பாண்மை விளங்கவேண்டும்.

(4) ஊர்திகளின் இயக்கத்தைப்பற்றிய முழு விபரங்களையும் அமைப்பாண்மையாளர் அறிந்திருக்கவேண்டும்.

(5) சாலையின் இரு புறங்களிலும் மனத்திற்கு மகிழ்ச்சியளிக்கக்கூடிய அழகு பொலியும் இயற்கைக் காட்சிகளை அமைத்தல் வேண்டும்.

(6) அமைப்பாண்மை எல்லாக் கோணங்களிலும் முழுமை பெற்றிருக்கவேண்டும். அடையாளக் குறிகள், அறிவிப்புக் குறிகள், சைகைகள் ஆகிய அனைத்தும் அமைப்பாண்மையின் கண் அடங்கியிருக்கவேண்டும்.

(7) கட்டுமானத்திற்கும், பயன்படுத்துவோருக்கும் விளங்கும் வண்ணம் அமைப்பாண்மை எளிமையாக இருக்க வேண்டும். இயன்றவரையில் சாலையின் குறுக்குவெட்டிலோ அல்லது மேற்பரப்பிலோ மிக அதிகமான மாறுதல்கள் இருப்பின், கட்டுமானப்பணி கடினமாக இருக்கும்.

(8) மிகக் குறைந்த பராமரிப்புச் செலவு இருக்குமாறு அமைக்கவேண்டும்.

வடிவ அமைப்பாண்மைக் கூறுகள்

7-3. நெடுஞ்சாலை வடிவ அமைப்பாண்மையினைக் கீழ் வருமாறு பகுத்து, அவை ஒவ்வொன்றினையும் சற்று விரிவாகக் காணலாம் :

(1) சாலை ஊர்திகளின் அளவுகள், எடைகள், மேலும் அவற்றின் விரைவுகள்.

(2) சாலையின் குறுக்கு வெட்டு அமைப்பாண்மை:

(a) ஊர்தி வழியின் அகலம் (Carriage Way width)

(b) சாலைவழியின் அகலம் (Roadway width)

(c) தோள்பகுதிகள் (Shoulders)

(d) இடைப்பட்டை (Median Strip)

(e) பக்கச் சரிவுகள் (Side Slopes)

(f) மேல்வட்ட வளைவு (Camber)

(g) நில அகலம் (Land width)

(h) குறுக்குத் தோற்றம் (Cross Section)

(3) மிகை உயர்வு (Super Elevation)

(4) கிடை வளைவுகள் (Curves-Horizontal)

(5) பார்வைத்தூரம் (Sight Distance)

(6) சாய்வு விகிதங்கள் (Gradients)

(7) குத்து வளைவுகள் (Curves Vertical).

ஊர்திகளின் அளவுகள், எடைகள், மற்றும் வேகங்கள்

7-4. ஊர்திகளின் அளவுகள், எடைகள், விரைவுகள் ஆகியவை கீழ்க்காணும் முறைகளில் சாலேயின் அமைப்பாண்மையைப் பாதிக்கின்றன:

நெறிப்பிரிவின் அகலத்தினையும், தோள்களின் அகலத்தினையும் ஊர்தியின் அகலம் பாதிக்கின்றது. அடிநிலப் பாலங்களிலும், மின்கம்பிகள், மரக்கிளேகள் ஆகியவை உள்ள இடங்களிலும் இருக்கவேண்டிய பட்டறை மட்டத்தினை ஊர்தியின் உயரம் நிர்ணயிக்கின்றது.

ஊர்தியின் முழுநீளம் இழுவைக்கருவி (Tractor), இழுவைக் கலம் (Trailor) போன்றவற்றின் தொடர்நீளம் உட்பட கீழ்வருபனவற்றைப் பாதிக்கின்றது.

(i) பாலங்களின் அமைப்பாண்மை

(ii) கிடை வளைவுகளின் அமைப்பாண்மை

(iii) அகட்டு வளைவுகளின் அமைப்பாண்மை (Valley curve-Design.)

(iv) ஊர்திகள் ஒன்றையொன்று முந்தும் இடங்கள் பாலங்களின் அமைப்பாண்மையையும், தளத்தின் தடிப்பினையும் ஊர்தியின் எடை நிர்ணயிக்கின்றது. ஊர்தியின் விரைவு பின்வரும் கூறுகளைப் பாதிக்கின்றது:

(i) வளைவுகளில் அமைக்கப்படவேண்டிய மிகை உயர்வு
(ii) ஆரையின் வரம்பு
(iii) பார்வைத் தூரம்
(iv) தளத்தின் அகலம்
(v) கோள்களின் அகலம்
(vi) சரிவுகள்
(vii) இருப்புப் பாதைக் கடவுகளில் இருக்கவேண்டிய பாதுகாப்பு
(viii) சாலைச் சந்திப்புகளின் அமைப்பாண்மை
(ix) நெறிப் பிரிவுகளில், நடமாட்ட அளவு.

சாலை ஊர்திகளின் அளவுகள் (Dimensions of Road Vehicles)

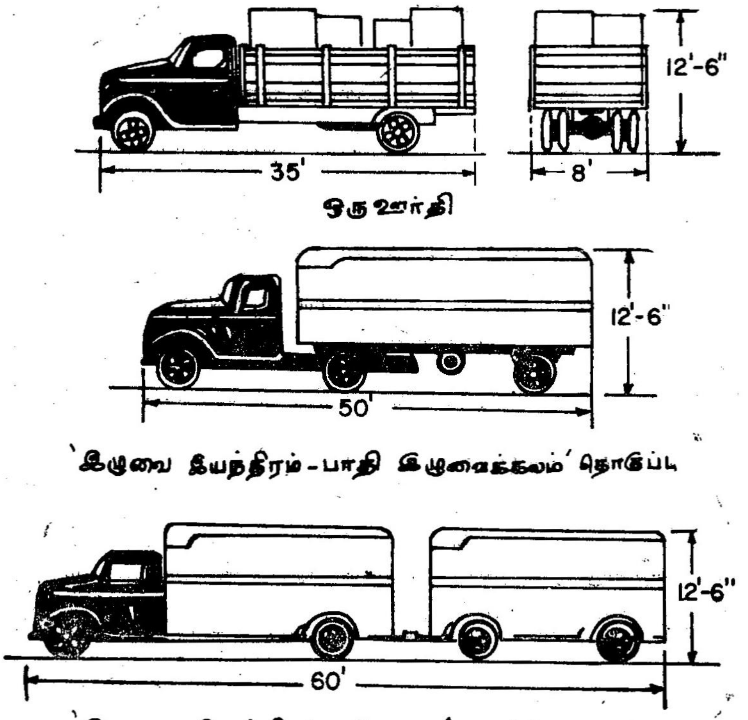
7–5. நெடுஞ்சாலையில் பெரும்பாலும் பயணி ஊர்திகளும், டிரக்குகளும் (Trucks) செல்கின்றன. இவையிரண்டனுக்கும் ஏற்றவாறு அமைப்பாண்மை படித்தரங்களை உருவாக்க வேண்டும். பயணிகளை ஊர்திகளைக் காட்டிலும் டிரக்குகளின் அளவுகளும், எடைகளும் அதிகமாக இருப்பதால், அவைகளே அமைப்பாண்மையைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டின் வழக்கத்தினையே நாமும் பின்பற்றுகிறோம்.

		மிக அதிக அளவுகள்
அகலம் :		96"
உயரம் :		
ஓரடுக்கு ஊர்தி (Single decker)	...	12′-6″
ஈரடுக்கு ஊர்தி (Double decker)	...	15′-6″
நீளம் :		
இரு இருசுகளைக்கொண்ட ஓர் ஊர்தி (Single Unit with Two Axles)	...	35′-0″
இரு இருசுகளுக்கு மேலுள்ள ஓர் ஊர்தி	...	40′-0″
'இழுவை இயந்திரம் (Tractor)-பாதி இழுவைக் கலம் (Semi Trailor)' கொண்ட தொகுப்பு	...	50′-0″

'இழுவை இயந்திரம்-இழுவைக் கலம், கொண்ட தொகுப்பு. } ... 60'-0''

60 அடிக்கு மேல் எந்த ஒரு தொகுப்பிலும் இரு கலங்களுக்கு மேல் இருக்கக்கூடாது.



படம் 7-1.
சாலை அமைப்பாண்மைக்கான ஊர்தி அளவுகள்

ஊர்திகளின் எடைகள்

7-6. ஊர்தியொன்றின் எடை இருசு பாரத்தின் (Axle-Load) அடிப்படையில் குறிப்பிடப்படுகிறது. ஊர்தியின் நெட்டாங்கு அச்சுக்குக் குறுக்காக 40 அங்குலம் இடைவெளியில் செல்லும் இரு செங்குத்தான சமதளங்களுக்கு இடையே அமையும் எல்லா சக்கரங்களின் மையங்களின் வழியே சாலைக்குச் செல்லும் மொத்த பாரத்தையும் இருசுபாரம் எனலாம். இந்திய சாலைக் குழுவினரது (IRC) அறிக்கையின்படி இருசு பாரம்

18,000 பவுண்டுக்கு மேல் செல்லக்கூடாது. எந்த ஓர் ஊர்தி அல்லது ஊர்தித்தொகுப்பின் முழுமொத்த எடையும் (Gross Load), கீழ்க்காணும் சூத்திரத்தின்படி கிடைக்கும் எடையைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருக்கக்கூடாது.

$$W = 1.025 (L+24) - 3L^2$$

இங்கு,

W = ஊர்தியின் முழுமொத்த எடை, பவுண்டில்,

L = இரு முனையிலுமுள்ள இருசுகளுக்கு மிடையே யுள்ள இடைத்தூரம். இஃது ஊர்தியின் நெட்டாங்கு அச்சுக்கு இணையாக, அடிக்குச் சுத்தமாக அளக்கப்படுகிறது.

'L' மதிப்பு 8 அடியைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருந்தால் தான் மேற்கண்ட சூத்திரத்தைப் பயன்படுத்தலாம். L-ன் மதிப்பு 8 அடிக்குக் குறைவாயிருந்தால், ஊர்தியின் முழு மொத்த எடை 32,000 பவுண்டிற்கு மேல் இருக்கக் கூடாது.

அமைப்பாண்மை வேகம் (Design speed)

7–7. எல்லாச் சாலைகளையும் மிக அதிகமான வேகத்திற்கு ஏற்ப அமைப்பாண்மை செய்தல் சிக்கனமானதல்ல. சாலையின் முக்கியத்திற்கும், அதில் செல்லக்கூடிய ஊர்திகளின் வேகத்திற்கும் பொருந்துமாறு சாலையின் அமைப்பாண்மை அமைய வேண்டும். சாலையின் அமைப்பாண்மைக்கென எடுத்துக் கொள்ளப்படும் வேகத்தினை 'அமைப்பாண்மை வேகம்' எனலாம். இவ் வமைப்பாண்மை வேகம் "பெரும்பாலான ஓட்டுநர்களால் செலுத்தக்கூடியதாகவும், அதிக மாறுபாடுகள் ஏதுமின்றி ஓரளவிற்குச் சீராக விளங்கக்கூடிய தாகவுமுள்ள மிக அதிக வேகம்" என வரையறுக்கப்படுகிறது. இது பாதுகாப்பானது; ஓரளவிற்குச் சீரானது. அமைப்பாண்மை வேகம் பின்வரும் காரணக்கூறுகளைச் சார்ந்துள்ளது.

(i) சாலை மேற்பரப்பின் வகை; அதன் நிலைமை.

(ii) போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் இயல்பு, வகை, அளவு.

(iii) சாலை செல்லும் நிலப்பகுதியின் இயல்பு.

(iv) சாலை வளைவுகள், பார்வைத்தூரங்கள்.

சாலையின் இனத்திற்கேற்ப வெவ்வேறு வேகங்களை இந்திய சாலைக் குழு பரிந்துரைத்துள்ளது. இதனை அட்டவணை 7-1. விளக்குகின்றது.

அட்டவணை 7-1.

சாலை இனம்	அமைப்பாண்மை வேகம்	
	சமவெளிப் பகுதி	மலைப்பாங்கான பகுதி
(1) தேசிய, மாநில நெடுஞ்சாலைகள்	50 மை/ம (80 கி. மீ/ம)	30 மை/ம (48 கி. மீ/ம)
(2) மாவட்ட நெடுஞ்சாலைகள்	40 மை/ம (64 கி. மீ/ம)	25 மை/ம (40 கி. மீ/ம)
(3) மற்ற மாவட்டச் சாலைகள்	30 மை/ம (43 கி. மீ/ம)	20 மை/ம (32 கி. மீ/ம)
(4) கிராமச் சாலைகள்	20 மை/ம (32 கி. மீ/ம)	15 மை/மை (24 கி. மீ/ம)

இதேபோன்று ஓட்டுநர்கள் செல்லவேண்டிய மிகக் குறைந்த வேகங்களும் பரிந்துரை செய்யப்பட்டுள்ளன. இவ் வேகத்தினைக் காட்டிலும் குறைந்த வேகத்தில் ஊர்திகள் சென்றால், போக்குவரவு நடமாட்டம் விரைந்து நடைபெறா; சாலைகளின் செயல்திறனும் குன்றும்.

சாலையின் குறுக்குவெட்டு அமைப்பாண்மை

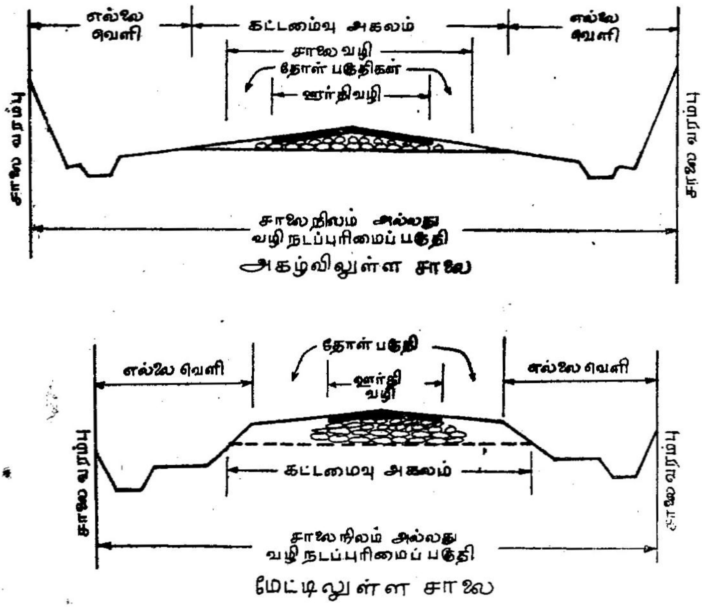
7-8. சாலையொன்று அகழ்வில் செல்லும்பொழுதும், மேட்டில் செல்லும்பொழுதும் தோன்றும் அதன் குறுக்குவெட்டு அமைப்பினைப் படம் 7-2 விளக்குகின்றது.

7-9. சாலை குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்திலுள்ள சில முக்கியமான பாகங்களைப்பற்றிச் சற்று விரிவாகக் காணலாம்.

ஊர்தி வழி அல்லது தள அகலம் (Carriage way or Pavement Widths)

ஊர்திகள் நடமாட்டத்திற்கென கட்டப்பட்டுள்ள சாலைப் பகுதியினை 'ஊர்தி வழி' என்பர். ஊர்தி வழி அல்லது தள

அகலம் பல காரணக் கூறுகளைச் சார்ந்துள்ளது. சான்றாக, நெடுஞ்சாலைகளின் வளைவுகளில் நேரான பகுதிகளைக்



படம் 7-2.
சாலையின் குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம்

காட்டிலும் அகலம் அதிகமிருக்கும். இதனைத் தவிர பின்வரும் கூறுகளும் ஊர்தி வழியின் அகலத்தைப் பாதிக்கின்றன:

(i) தற்போதுள்ள நடமாட்டத்தின் அளவு, வகை, உச்ச நேர நடமாட்ட அளவு, தின சராசரி அளவு ஆகியவை. இதே போன்று எதிர்காலத்தில் எதிர்பார்க்கப்படும் நடமாட்ட அளவு, வகை, உச்ச நேர நடமாட்ட அளவு போன்றவை.

(ii) நடமாட்ட நெறிப் பிரிவின் திறன்.

(iii) ஊர்தியின் மிக அதிக அளவுகள்.

(iv) சாலை விளிம்பு – ஊர்தியின் உடல் இவற்றிற்கு இடையே உள்ள தூரம்; இரு ஊர்திகளின் உடல் பகுதிகளுக்கும் இடையே உள்ள தூரம்.

போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் தேவைகள்

7-10. போக்கு வரவு நடமாட்டத்தின் இயல்பினைப் பொறுத்து ஊர்தி வழி அகலம் அமைகின்றது. மெதுவாகச் செல்லும் மாட்டு வண்டி போன்றவற்றுக்கு 7 அடி முதல் 8 அடி அகலம் போதுமானதாகும். ஆனால், வேகமாகச் செல்லும் ஊர்திகளுக்கு இவ்வகலம் போதுவதில்லை. தற்போதுள்ள நடமாட்டத்தின் அடிப்படையில் மட்டும் சாலை அகலத்தை அமைப்பது நன்றன்று. எதிர்காலத்தில் நடமாட்ட அதிகரிப்பினால் எழும் தேவைகளையும் கருத்தில்கொண்டு சாலை அகலத்தை நிர்ணயிக்கவேண்டும். நடமாட்ட நெறிப்பிரிவின் எண்ணிக்கையையும் போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் இயல்பினையும், அளவினையும் பொறுத்தே அமைக்கின்றனர்.

நடமாட்ட நெறிப்பிரிவுகளின் திறன் (Traffic Lane Capacity)

7-11. நெறிப் பிரிவுகளின் எண்ணிக்கை, அவற்றின் திறனைப் பொறுத்து அமைகின்றது. இலட்சிய நடமாட்ட நிலைமைகளில் நெறிப்பிரிவு ஒன்றின் திறன் மிக அதிகமாகக் காணப்படும். இதனை 'அடிப்படைத் திறன்' (Basic Capacity) எனலாம். ''சாலையின் நிலைமையும், போக்குவரவு நடமாட்ட நிலைமையும் இலட்சிய நிலையில் இருக்கும்போது, நெறிப்பிரிவில் குறிப்பிட்டதொரு புள்ளியை ஒரு மணி நேரத்தில் கடந்து செல்லும் ஊர்திகளின் மிக அதிக எண்ணிக்கை அடிப்படைத் திறனாகும்''. அடிப்படைத் திறனுக்கான இலட்சிய நிலைமைகள் வருமாறு :

(i) ஒரே வகையான ஊர்திகள் மட்டுமே சாலையினைப் பயன்படுத்துதல் வேண்டும்.

(ii) எல்லா ஊர்திகளும் ஒரே திசை வேகத்தோடும் (Velocity), மிகக் குறைந்த இடைவெளியிலும் செல்லுதல் வேண்டும்.

(iii) ஒரே திசையில் செல்லும் ஊர்திகளுக்கென்று குறைந்தது இரு நெறிவழிகளாவது ஒதுக்குதல் வேண்டும்.

(iv) வாணிப ஊர்திகள் சாலையைப் பயன்படுத்தக்கூடாது. உண்மையில், மேற்கூறிய இலட்சிய நிலைமைகளை அடைய இயலுவதில்லை. பல வகையான ஊர்திகளின் நடமாட்டத்தினாலும் (Mixed Traffic), பிற சாலைகளின்

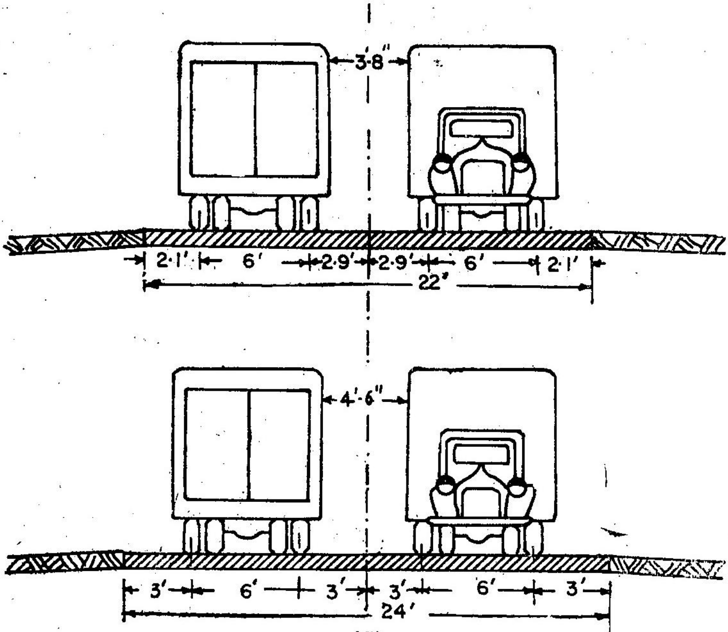
குறுக்கீடுகளாலும், சாலையின் மேற்பரப்பு மழை முதலியவற்றால் வழுக்கும் தன்மை அடைவதாலும், குறைவான பார்வைத்தூரங்களாலும், உண்மையில் நெறிப் பிரிவின் திறன் அடிப்படைத் திறனைக் காட்டிலும் குறைந்தே காணப்படும். உண்மையில் உள்ள நெறிப்பிரிவின் திறனே 'நடைமுறைத் திறன்' எனப்படுகிறது. இயல்பான நடமாட்ட நிலைமைகளில், நெறிப்பிரிவில் குறிப்பிட்டதொரு புள்ளியை ஒரு மணி நேரத்தில் கடந்துசெல்லும் ஊர்திகளின் மிக அதிக எண்ணிக்கையே நடைமுறைத் திறனாகும்,

ஊர்தியின் மிக அதிக முழு அளவு அகலம் (Maximum Overall width of vehicle)

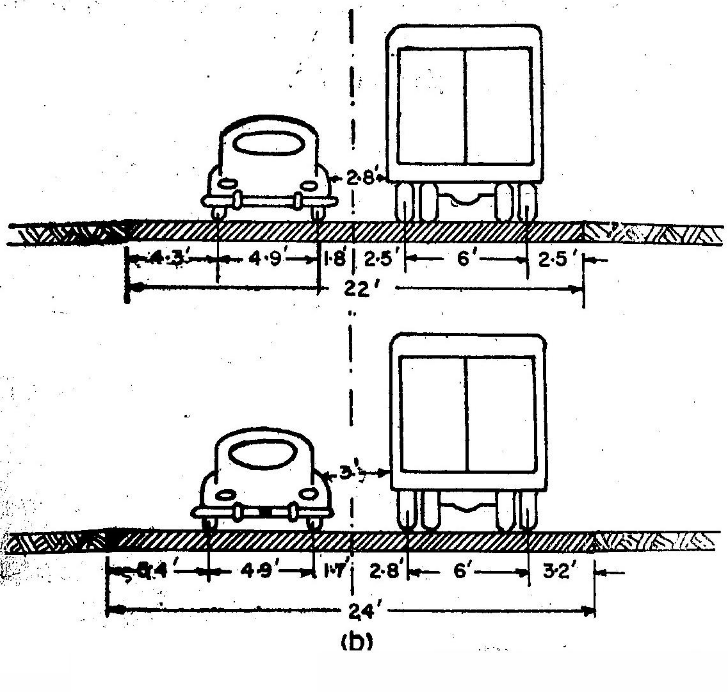
7-12. இது நடமாட்ட நெறிப்பிரிவின் அகலத்தைப் பாதிக்கின்றது. ஊர்திகளின் மிக அதிக முழு அகலம் சட்டப்படி 8 அடி அல்லது 96 அங்குலத்திற்கு மேலிருக்கக்கூடாது. இராணுவ ஊர்திகள் மட்டும் இதற்கு விதிவிலக்காகும். இராணுவ ஊர்திகள் பெருமளவில் நடமாடும் இடங்களில் நெறிப்பிரிவின் அகலத்தை தேவைக்கேற்ப அதிகரிக்கலாம்.

ஊர்திகளின் குறுக்கிடைத்தூரம் (Transverse Placement of Vehicles)

7-13. குறுக்கீடு ஏதுமின்றி ஊர்திகள் செல்லும்பொழுதும், எதிர்த் திசையிலிருந்து வரும் மற்றோர் ஊர்தியைக் கடந்து செல்லும்பொழுதும், ஒரே திசையில் செல்லும் ஊர்திகள் ஒன்றையொன்று முந்தும் பொழுதும், இருக்கவேண்டிய ஊர்திகளின் குறுக்கிடைத் தூரத்தினைப்பற்றி அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டில் ஆய்வுகள் பல மேற்கொள்ளப்பட்டன. பயணிகளின் கார்களைவிட டிரக்குகள் சாலை விளிம்பிற்கு மிக அருகில் செல்கின்றன எனவும், கார்கள் தள விளிம்பிலிருந்து குறைந்தது 1·9 அடி தூர இடைவெளியிலும், டிரக்குகள் 1·4அடி தூர இடைவெளியிலும் செல்கின்றன எனவும், ஊர்திகள் ஒன்றையொன்று முந்துகையில் இருக்கவேண்டிய பாதுகாப்பான இடைவெளி சுமார் 4'–0'' எனவும் அவர்கள் நடத்திய ஆய்வுகள் கூறுகின்றன. இவற்றிலிருந்து இரு நெறிப்பிரிவு சாலையொன்றின் அகலம் குறைந்தது 22 அடியிலிருந்து 24 அடியாவது இருக்கவேண்டும் என்பது தெளிவு. பயணிகள் கார் ஒன்று மற்றொரு காரைக் கடந்து செல்லும்பொழுது தேவைப்படும் தூரத்தையும், டிரக்கு ஒன்று மற்றொன்றைக் கடந்து செல்லும்போது தேவைப்படும் தூரத்தினையும் படம் 7-3 தருகின்றது.

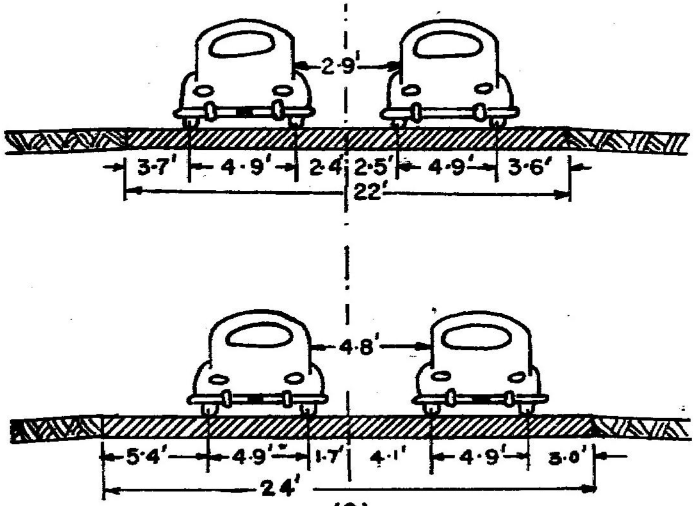

3·8"
2·1'
6'
2·9'
2·9'
6'
2·1'
22'
4'·6"
3'
6'
3'
3'
6'
3'
24'

(a)


2·8'
4·3'
4·9'
1·8
2·5'
6'
2·5'
22'
3'
4·9'
1·7
2·8'
6'
3·2'
24'

(b)

இந்திய சாலைக்குழு பரிந்துரை செய்துள்ள ஊர்தி வழிகளுக்கான மிகக்குறைந்த, படித்தர அகலங்கள்: இவற்றைப் பின்வரும் அட்டவணை மூலம் அறிந்துகொள்ளலாம்.



(C)

படம் 7-3.

(a) (b) (c). 22 அடி, 24 அடி அகலமுள்ள நெடுஞ்சாலையில் ஊர்திகளின் குறுக்கிடைத்தூரம்.

அட்டவணை 7-2.

சாலையின் இனம்	ஊர்தி வழியின் மிகக்குறைந்த அகலம் அடியில்
(1) தேசிய நெடுஞ்சாலை	12' (3·8மீ)
(2) மாநில நெடுஞ்சாலை	12' (3·8 மீ)
(3) மாவட்டப் பெருஞ்சாலை	12' (3·8 மீ)
(4) மாவட்ட மற்றையச் சாலை	10' (3 மீ) } 12' 3·8 மீ) விரும்பத் தக்கது.
(5) கிராமச்சாலை	10' (3 மீ)

7-14. போக்குவரவு நடமாட்ட அளவின் அடிப்படையில், ஊர்தி வழியின் அகலத்தினையும், நடமாட்ட நெறிப்பிரிவுகளின் எண்ணிக்கையையும் இந்திய சாலைக்குழு பரிந்துரை செய்துள்ளது (அட்டவணை 7-3).

அட்டவணை 7-3.

வரிசை எண்	நடமாட்ட வகை	நடமாட்டத் தொகுதியின் இயல்பு	தின சராசரி எடை (டன்)	நெறிப் பிரிவின் எண்ணிக்கை	ஊர்திவழியின் அகலம் (அடியில்)
A	மிகக் குறைவு	மெதுவாகச் சொல்லும் மாட்டு வண்டி, எப்போதேனும் செல்லும் கார்கள்.	100 வரையில்	1	10′ (விரும்பத்தக்கது) (3 மீ)
B	குறைவு	மெதுவாகச் செல்லும் ஊர்திகள், எப்போதேனும் செல்லும் கார்கள் 24 மணி நேரத்திற்குள் 3 டன் எடைக்கு மேலுள்ள ஊர்திகள் 45-க்கு மேல் செல்லக்கூடாது.	101–400	1	12 (3·8 மீ)
C	நடுத் தரம்	மெதுவாகச் செல்லும் ஊர்திகள், கார்கள். 24 மணி நேரத்திற்குள் 3 டன் எடைக்கு மேலுள்ள ஊர்திகளின் எண்ணிக்கை 46–250	401–1,500	1	12 (3·8 மீ)
D	அதிகம்	எல்லா வகை ஊர்திகளின் நடமாட்டம்-24 மணி நேரத்திற்குள் 3 டன் எடைக்கு மேலுள்ள ஊர்திகளின் எண்ணிக்கை 251–450.	1,501-4,000	2 - 3	22′ அடி அல்லது அதற்குமேல் (6·8 மீட்டர் அல்லது அதற்கு மேல்)

வரிசை எண்	நடமாட்ட வகை	நடமாட்டத் தொகுதியின் இயல்பு	தின சராசரி எடை (டன்)	நெறிப் பிரிவின் எண்ணிக்கை	ஊர்தி வழியின் அகலம் (அடியில்)
E	மிக அதிகம்	எல்லா வகை ஊர்திகளின் நடமாட்டம்-24 மணி நேரத்திற்குள் 3 டன் எடைக்கு மேலுள்ள ஊர்திகளின் எண்ணிக்கை, 451–1,500.	4,001-12,000	4	இரண்டாகப் பிரிக்கப்பட்ட ஊர்தி வழி–ஒவ்வொன்றின் அகலம் 22′ (6·8 மீ) அவற்றின் இடையே மையக் கோடு உண்டு.
F	மிக அதிகம்	எல்லா வகை ஊர்திகளின் நடமாட்டம்-24 மணி நேரத்திற்குள் 3 டன் எடைக்கு மேலுள்ள ஊர்திகளின் எண்ணிக்கை 1,501–4,000.	12,001-36,000	6	இரண்டாகப் பிரிக்கப்பட்ட ஊர்தி வழி ஒவ்வொன்றின் அகலம் 32′ (9·8 மீ). அவற்றின் இடையே மையக் கோடு உண்டு. மிதி வண்டிப் பாதை, 9′ (2·7 மீ) அகலமுள்ள நடைபாதை – சாலையின் இரு பக்கங்களிலும் அமைக்க வேண்டும்.

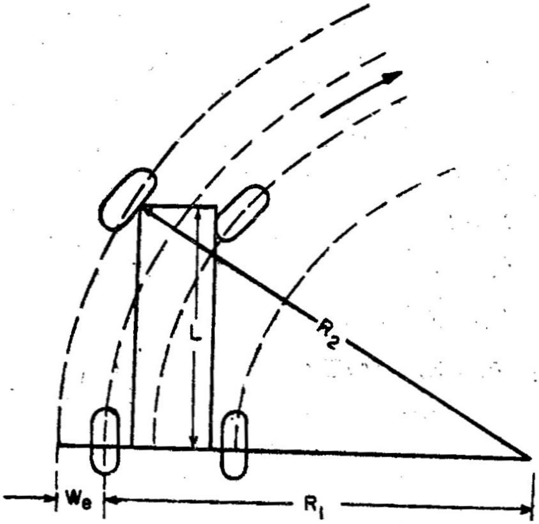
வளைவுகளில் ஊர்தி வழியின் அகலம் (Width of carriage-way on Cuvres)

7-15. வளைவுகளில், ஊர்திவழியின் அகலம் சற்றுப் பெரியதாக இருக்கவேண்டும். இதற்கான காரணங்களாவன:

(i) வளைவுகளில், ஊர்திகளின் பின் பகுதியிலுள்ள சக்கரங்களின் பாதை, முன்பக்க சக்கரங்களின் பாதையிலிருந்து மாறுபட்டு இருக்கின்றது.

(ii) வளைவுகளில் செல்லும்பொழுது ஊர்தி வழியின் விளிம்பை விட்டு விலகிச் செலுத்தும் இயல்பு ஓட்டுநருக்கு ஏற்படுகின்றது.

(iii) சாலையின் நேர் பகுதிகளில் ஊர்திகள் செல்லும்பொழுது அவற்றிற்கு இடையில் இருக்கவேண்டிய இடைவெளித் தூரத்தைவிட வளைவுகளில் அதிக இடைவெளித்தூரம் தேவைப்படுகிறது.



படம் 7-4.

வளைவுகளில் இருக்க வேண்டிய மிகை அகலம்

இக் காரணங்களுள் முதல் காரணத்தைப்பற்றிச் சற்று விரிவாகக் காண்போம்:

ஊர்தியொன்று தனது இயல்பான வேகத்துடன் வளைவு ஒன்றில் செல்லும்பொழுது, அதன்பின் இருசும், வளைவின் ஆரையும் ஒரே நேர் கோட்டில் அமையும். ஆனால், ஊர்தியின் உடல் பகுதி வளையாத விறைப்பான (Rigid) அமைப் பாகும். எனவே, வளைவின் வழியே ஊர்தி செல்லத்தக்க விதமாய் அதன் முன் சக்கரங்கள் இருசுக்குச் சற்று சாய்ந்து திரும்பவேண்டும். அதாவது ஊர்தியின் பின் சக்கரங்களது பாதையைக் காட்டிலும் முன் சக்கரங்களின் பாதை அதிக ஆரமுடையதாக இருக்கும்.

பின்னர்,

L = இருசுகளின் இடைவெளித்தூரம் என்றும்,

R_1 = பின்புறமுள்ள வெளிச்சக்கரம் வளைவின் மையத்திலிருந்து இருக்கும் ஆரைத்தூரம் என்றும்,

R_2 = முன் வெளிச் சக்கரம் வளைவின் மையத்தில் இருந்து இருக்கும் ஆரைத்தூரம் என்றும்,

R = வளைவின் ஆரையென்றும்,

We = நெறிப் பிரிவு ஒன்றில் அமைக்கப்படவேண்டிய மிகைத்தூரம் என்றும்,

n = நடமாட்ட நெறிப்பிரிவுகளின் எண்ணிக்கை என்றும் கொள்வோம்.

ஒரு நெறிவழிக்கு அமைக்கவேண்டிய மிகைத்தூரம்:

$$We = R_2 - R_1$$

$$= R_2 - \sqrt{R_2^2 - L^2}$$

அல்லது $R_2 - We = \sqrt{R^2 - L^2}$

அல்லது $(R_2 - We)^2 = R^2 - L^2$

அல்லது $R_2^2 - 2R_2\,We + We^2 = R^2 - L^2$

R_2—வை நோக்க We சிறியது. எனவே We^2ஐ ஒதுக்கி விடலாம்.

$$\therefore \quad 2R_2\,We = L^2$$

அல்லது $We = \dfrac{L^2}{2R_2} = \dfrac{L^2}{2R}$ [தோராயமாக].

ஊர்தி வழியில் n நெறிவழிகள் இருந்தால், ஊர்தி வழி முழுமைக்கும் தேவைப்படும் மிகைத்தூரம்

(W_1) = ஊர்திவழிகளின் எண்ணிக்கை × We ஆகும்.

அதாவது $W_1 = \frac{nL^2}{2R}$.

இதனைப் 'பொறிநிலை அகலம்' (Mechanical Widening) எனலாம். இப் பொறிநிலை அகலம் முன்பு கூறிய காரணங்களில் முதல் காரணத்தினுல் விளைகின்றது. வளைவுகளில் செல்லும்பொழுது ஓட்டுநகர்களால் இடைவெளித் தூரங்களைப்பற்றி சரிவர அநுமானம் செய்ய இயலாதாகையால், மற்ற இரு காரணங்களின் பொருட்டு சற்று அதிகமான மிகைத்தூரத்தை விட வேண்டும். இதற்கென $\frac{V}{\sqrt{R}}$ என்னும் செயலறிவுச் சூத்திரத்தைப் பயன்படுத்தலாம். இதில் V என்பது ஊர்தியின் வேகத்தினையும் (மை/ம), R என்பது வளைவு ஆரையையும் (அடியில்) குறிக்கின்றன. இம் மிகை அகலத்தை 'மனநிலை அகலம்' (Psychological Widening) எனலாம்.

எனவே, தேவைப்படும் முழு மிகை அகலம் $= \frac{nL^2}{2R} + \frac{V}{\sqrt{R}}$.

1943–ல் நாகபுரியில் கூடிய தலைமைப் பொறியாளர் மாநாட்டில் இதற்கென ஒரு சூத்திரம் பரிந்துரை செய்யப்பட்டது.

தேவையான மிகை அகலம் $= \frac{1,000}{R}$. தவிரவும் வெவ்வேறு ஆரைகளையுடைய வளைவுகளில் அமைக்கவேண்டிய மிகை அகலங்களை இந்திய சாலைக்கும் பரிந்துரை செய்துள்ளது. இவை எல்லா வேகங்களுக்கும் பொருந்தும்.

அட்டவணை 7-4.

மிகை அகலம் (அடியில்)	4 (1·25) மீ	3 (1 மீ)	2 (0·6 மீ)	1 (0·3 மீ)	வேண்டுவது இல்லை.
வளைவு ஆரை (அடியில்)	200 வரையில் (60 மீ)	201-500 (60-150) மீ	501-1000 (150-300) மீ	1001-1500 (300-450) மீ	(>1500 மீ) (>450 மீ)

சாலை வழியின் அகலம் (Width of Roadway)

7-16. ஊர்தி வழியினையும், அதன் இரு புறங்களிலுமுள்ள தோள் பகுதிகளையும் கொண்டதே சாலைவழி யெனப்படுகிறது. இந்திய சாலைக்குழு நெடுஞ்சாலைகளின் வகைக்கேற்ப சாலை வழிகளின் மிகக்குறைந்த அகலங்களைப் பரிந்துரை செய்துள்ளது.

அட்டவணை 7-5.

சாலைவழியின் மிகக்குறைந்த படித்தர அகலங்கள்

சாலை இனம்	சாலைவழியின் மிகக்குறைந்த அகலம் (அடியில்)
தேசிய நெடுஞ்சாலை	38 (11·4 மீ)
மாநில நெடுஞ்சாலை	32 (9·9 மீ)
மாவட்டப் பெருஞ்சாலை	24 (7·2 மீ)
மாவட்ட மற்றையச் சாலைகள்	24 (7·2 மீ)
கிராமச்சாலை	16 (4·8 மீ)

தோள் பகுதிகள்

7-17. ஊர்தி வழியின் வெளிவிளிம்பிற்கும், பக்க வடிகால்கள், தூம்பிகள் (Gutters), மருங்குக் கல்வரிசை ஆகியவற்றின் உள் விளிம்பிற்கும் இடையே உள்ள தூரம் 'தோள் பகுதி' எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றது. ஊர்திகளை நிறுத்தி வைக்கும் தங்கிடமாக அவை பயன்படுகின்றன. தோள் பகுதிகள் அமைக்கப்படாத இடங்களிலும், அகலம் குறைந்த சாலைகளிலும் சாலைத்திறன் குறைவதோடு, விபத்துகள் நேரிடுவதற்கான வாய்ப்புகளும் பெருகுகின்றன. ஒரு நெறிப் பிரிவுள்ள சாலைகளில், ஊர்திகள் ஒன்றையொன்று முந்திச் செல்லும் சமயங்களிலும் தோள் பகுதிகள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

7-18. சாதாரணமாகத் தோள் பகுதிகளின் அகலம் 2′ முதல் 4′ (0·6 மீ முதல் 1·2 மீ) வரை இருக்கலாம். மண்ணினால் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் தோள் பகுதிகளை நல்ல பருவ நிலைகளில்

மட்டுமே பயன்படுத்த இயலும். தற்போது, தோள்களின் அகலம் 10′ வரை இருத்தல் நலம் எனக் கருதப்படுகிறது. தோள் பகுதிகளைக் கப்பியிட்டுக் கடினமாக்குதல் நன்று. அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் தோள் பகுதிகளின் மேல்பரப்பிற்கு நிலக்கீலைப் பயன்படுத்துகின்றனர். தோள் பகுதிகளைப் பற்றிய கீழ்க்காணும் விவரங்கள் கருத்திற் கொள்ளத்தக்கவையாகும்:

(1) 22 அடிக்கும் குறைந்த அகலமுள்ள தளங்களில் தோள் பகுதிகளின் பயன் மிகுதியாகும்.

(2) 18 அடிமுதல் 20 அடி வரை அகலமுள்ள தளங்களுக்கு அடுத்து அமைந்துள்ள, குறைந்தது 4 அடி அகலம் கொண்ட தோள் பகுதிகள் தளப்பகுதியின் அகலத்தை ஏறத்தாழ 2 அடி வரையிலும் அதிகரிக்கச் செய்கின்றன.

சாலைப் பிரிவிற்கான இடைப்பட்டைகள் (Median Strips)

7–19. சாலையொன்றில் ஒரு திசையில் செல்லும் போக்குவரவு நடமாட்டத்தினை எதிர்த்திசையில் நடைபெறும் நடமாட்டத்திலிருந்து பிரித்துவைக்கப்பட்டிருந்தால், அச் சாலையை 'இருவழிச் சாலை' (Divided Highway) என்கிறோம். இவ்வாறு பிரிக்கப்பட்ட இருவழிச்சாலையில் போக்குவரவு நடமாட்டத்தினைச் செல்திசை, எதிர்த்திசை என்று திசைவாரியாக இரு பிரிவுகளாகப் பிரிப்பதற்கு 'இடைப்பட்டைகள்' (Median Strips) பயன்படுகின்றன. போக்குவரவுத் தொடர் இயக்கத்தை இவ்வாறு பிரிப்பதால் சாலையின் செயல் திறன் அதிகரிக்கிறது; ஊர்திகளும் பாதுகாப்புடன் செல்ல இயல்கின்றது. இவை போக்குவரவு நடமாட்டம் மிக்க சென்னை, பம்பாய், கல்கத்தா போன்ற மாநகர்களின் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இடைப்பட்டைகள் குறுகலாக இருந்தால், அவற்றை மருங்குக் கல் கொண்டு சற்று உயரமாக அமைக்கலாம். 10 அடிமுதல் 30 அடி வரை அகன்ற இடைப்பட்டைகளை இடத்திற்கேற்பப் பயன்படுத்தலாம். நிலத்தின் மதிப்பு அதிகமுள்ள பகுதிகளில், இவ்விடைப்பட்டைகளின் அகலத்தைக் குறைக்கவேண்டியிருக்கும். எனினும், இயன்ற வரையில் அகன்ற பட்டைகளைப் பயன்படுத்துதல் நன்று. அகன்ற இடைப்பட்டைகளால் கீழ்க்காணும் நன்மைகள் உண்டாகின்றன:

(i) ஊர்திகள் நேருக்கு நேர் மோதுவது தடுக்கப்படுகின்றது. விபத்துகள் அதிகம் நேருவதற்கு வாய்ப்புள்ள இடங்களில் இவற்றின் பயன் மிகுதியாகும்.

(ii) இரவு வேளைகளில் எதிர் எதிரே செல்லும் ஊர்திகளின் முன் விளக்கு ஒளியால் ஏற்படும் கண் கூச்சத்தைக் குறைக்கின்றது.

(iii) பாதசாரித் திட்டுகள் அமைக்க உதவுகின்றன.

பக்கச் சரிவுகள் (Side Slopes)

7-20. சாலைகளை மேட்டுப் பகுதிகளில் அமைக்கும்போது, அப் பகுதிகளின் பக்கச் சரிவுகளைப் பற்றிக் கவனமுடன் இருக்க வேண்டும். வழக்கமான உயரங்களில், மேட்டுப் பகுதிகளின் பக்கச் சரிவுகள் 1-ல் $1\frac{1}{2}$ அடி (1 in $1\frac{1}{2}$) இருக்குமானால், அவை பாதுகாப்புடன் நிற்கும். $1\frac{1}{2}$ அடி கிடைத்தூரம் செல்லுகையில் ஏற்படும் உயர்வு வித்தியாசம் 1 அடியாக இருந்தால், அஃது 1-ல் 1 (1 in 1) இருத்தல் போதுமானது ஆகும். பாறைகள் நிறைந்த பகுதிகளில் பக்கச் சரிவு விகிதம் 1-ல் $\frac{1}{2}$ அல்லது சிற்சில சமயங்களில் 1-ல் $\frac{1}{4}$ கூட பாதுகாப்புடனும், உறுதியுடனும் விளங்கும். மேற்கூறிய சரிவு விகிதங்களை முன்னர் பயன்படுத்தி வந்தனர். தற்போது இவற்றைக் காட்டிலும் தட்டையான (சரிவு விகிதம் குறைந்த) சரிவுகள் அமைக்கவே விழைகின்றனர். ஏனெனில் பாதுகாப்பான பயணத்திற்கும், குறைந்த பராமரிப்புச் செலவிற்கும் சரிவு விகிதம் குறைந்த பக்கச் சரிவுகளே ஏற்றவையாகும்.

7-21. மேட்டுப்பகுதிகளில் சரிவுவிகிதம் அதிகரித்தால், கீழ்க்காணும் தீமைகள் விளைகின்றன:

(i) விபத்துகள் நேரிடும் வாய்ப்புகள் அதிகரித்தல். தட்டையான சரிவுகளில் தவறுதலால் ஊர்தியின் முன் சக்கரம் இறங்கிவிட்டால் திரும்பவும் ஊர்தியைச் சாலைக்குக் கொண்டு வருதலோ அல்லது ஊர்தியைப் பாதுகாப்பாகக் கீழே இறக்குதலோ எளிது. சரிவு விகிதம் அதிகமுள்ள செங்குத்தான சரிவுகளில் இஃது இயலாது. ஊர்தி தலைகுப்புற விழுவதற்கு வாய்ப்புகள் பல ஏற்படுகின்றன.

(ii) விபத்துகள் நேரும் என்ற அச்சத்தால் செங்குத்தான சரிவின் விளிம்பிற்கு மிகவும் அருகில் ஓட்டுநர்கள் செல்வதில்லை. இதனால் எதிர்த்திசையிலிருந்து வரும் ஊர்திகளுக்கு வழிவிடுதல் எளிதான காரியமல்ல. தட்டையான சரிவுகளில் ஊர்திகளை விளிம்பிற்கு அருகில் அச்சமின்றி செலுத்த இயலு

மாதலால் போக்குவரவு நடமாட்டம் தடையாவதில்லை.

(iii) செங்குத்தான சரிவுகள் எளிதில் அரிக்கப்பட்டுவிடும். எனவே, பராமரிப்புச் செலவு அதிகமாகிறது.

(iv) செங்குத்தான சரிவுகளில் மரம், புல் போன்ற தாவர வகைகளை எளிதில் வளர்க்க இயலுவதில்லை, இதனுல் நிழலற்றுப் போவதுடன் சரிவுகளின் அரிப்பையும் தடுக்க இயலுவதில்லை.

7–22. இந்திய சாலைக்குழு கீழ்க்காணும் சரிவு விகிதங்களைப் பரிந்துரை செய்துள்ளது:

மேடான பகுதிகளில் (Embankments):

(a) மேடான பகுதியின் உயரம் 2 அடி வரையிலும் இருக்குமிடங்களில் 1–ல் 4 சரிவு விகிதம் இருக்கவேண்டும்.

(b) 2 அடிக்கு மேல் உயரமான பகுதிகளின் இயற்கையாக இருக்கும் சரிவு விகிதம் (Natural Slope) அல்லது 1-ல் 2 ஆகிய இவையிரண்டனுள் தட்டையான சரிவு விகிதத்தைப் பயன்படுத்தலாம்.

அகழ்வுகளில் (Cuttings): முழுமையான, திண்ணிய பாறைகள் உள்ள பகுதிகளைத் தவிர (Solid Rocks) மற்ற இடங்களில் சரிவு விகிதம் 1-ல் 2–க்கு மேல் அதிகமாக இருக்கக் கூடாது.

மேல்வாட்ட வளைவு (Camber)

7–23. ஊர்தி வழியின் குறுக்கு வெட்டுப் பகுதியில் கட்டப்படும் குவிந்த அமைப்பினை 'மேல்வாட்ட வளைவு' என்கிறோம். ஊர்தி வழியின் விளிம்பிற்கும், அதன் மையத்தில் இருக்கும் மிக உயர்வான பகுதியான 'முடி'க்கும் (Crown) இடையிலுள்ள மட்ட வித்தியாசத்தினையே 'மேல்வாட்ட வளைவு' குறிக்கின்றது. வளைவான புற உருவமுள்ள ஊர்தி வழிகளில் முடியையும், விளிம்பையும் இணைக்கும் நாணின் சரிவு விகிதமே மேல்வாட்ட வளைவாகும். அவ்வாறன்றி நேர்கோடாக ஊர்தியின் புறஉருவம் இருப்பின், அதன் புறப்பரப்பின் சரிவு விகிதமே மேல்வாட்ட வளைவாகும். (எடுத்துக்காட்டுகள்): 24 அடி அகலமுள்ள ஊர்தி வழியொன்றின் மேல்வாட்ட வளைவு 1–ல் 48 என்று கூறினுல், முடிக்கும் விளிம்பிற்குமுள்ள மட்ட வித்தியாசம் 3″ என்று பொருள்.

7–24. சாலையின் மேற்பரப்பில் வழிந்தோடும் நீரினை எளிதில் வடிமானம் செய்வதற்கும், இரு திசைகளிலும் நடைபெறும் போக்குவரவு நடமாட்டத்தினைப் பிரிப்பதற்கும், சாலையின் தோற்றத்தினை அதிகரிக்கவும் மேல்வாட்ட வளைவு பயன்படுகின்றது. இவற்றுள் வடிமானம் செய்யும் பணியே முதன்மையானது. சாலையின் பக்கங்களிலுள்ள தூம்பிகளுக்கு நீரினை விரைந்து வடிமானம் செய்யத்தக்க விதமாய்ச் சாலையின் புறஉரு அமையவேண்டும். எனவே வடிமானத்திற்காக அமைக்கப்படும் மேல்வாட்ட வளைவு, சாலை செல்லும் பகுதியில் பெய்யும் மழையின் கடுமையையும், சாலையின் மேற்பரப்பில் செல்லும் புறப்பாய்வு நீரின் அளவினையும் சார்ந்தே இருக்கும்.

7–25. நீர் எளிதில் உட்புக இயலும் மேற்பரப்பு கொண்ட சாலைகளிலும், ஆண்டு முழுமையும் குறைந்த கடுமையுடன் (Intensity) மழை பெய்யும் இடங்களிலுள்ள சாலைகளிலும் மேல்வாட்ட வளைவின் சரிவு விகிதம் அதிகம் இருக்கவேண்டும். அதேபோன்று நீர் எளிதில் உட்புக இயலாத மேற்பரப்பு கொண்ட சாலைகளிலும், ஆண்டொன்றில் சில மாதங்கள் மட்டும் அதிகக் கடுமையுடன் மழை பெய்யும் இடங்களிலுள்ள சாலைகளிலும் மேல்வாட்ட வளைவின் சரிவு விகிதம் குறைவாக இருக்க வேண்டும்.

7–26. சாலையின் இயற்கையான மத்தியப் பிரிவுக் கோடாக முடி விளங்குகின்றது. இருவழிச் சாலையொன்றில் செல்லும் ஓட்டுநர்களுக்குச் சாலை இரண்டாகப் பிரிக்கப்பட்டதைப் போன்ற அகநிலை உணர்வை முடி உண்டாக்குகின்றது. இதனால் இயல்பாகவே ஓட்டுநர்கள் உரிய நெறிவழியில் ஊர்தியைச் செலுத்துவார்கள். மேலும், மேல்வாட்ட வளைவற்ற சாலையைக் காட்டிலும், மேல்வாட்ட வளைவுள்ள சாலை அழகுடன் மிளிர்கிறது.

7–27. சாலையின் வகைக்கேற்ப மேல்வாட்ட வளைவுகளையும் இந்திய சாலைக்குழு பரிந்துரை செய்துள்ளது. அவற்றை அட்டவணை 7–6-ல் காணலாம். பொதுவாக, அதிக மழை பொழியும் இடங்களில் சரிவு விகிதம் அதிகமுள்ள மேல்வாட்ட வளைவையும், குறைந்த அளவு மழை பொழியும் இடங்களில் சரிவு விகிதம் குறைந்த மேல்வாட்ட வளைவையும் பயன்படுத்துதல் நன்று.

அட்டவணை 7-6.

மேற்பரப்பின் வகை	மேல்வாட்ட வளைவு
நீர்ப்பிணை மெக்காடம்	1-ல் 48 1-ல் 36 (அதிக மழையுள்ள பகுதியில்)
கருமையான மேற்பரப்புள்ள சாலை (நிலக்கீல் சாலைகள்)	1·ல் 60
கான்கிரீட் மேற்பரப்பு	1-ல் 72
தோள் பகுதிகள் (மண்)	1-ல் 48.

மேல்வாட்ட வளைவுகளின் வகைகள்

7-28. மேல் வாட்ட வளைவுகள் நான்கு வகைப்படும். அவையாவன :

(a) எளிய பரவளையம் (Simple Parabola).

(b) சாலையின் மத்தியிலிருந்து இரு விளிம்புகளையும் இணைக்கும் நேர்கோடுகள்.

(c) மத்தியில் பரவளையம், இரு பக்கங்களிலும் நேர் கோடுகள்.

(d) சாலையின் மத்தியிலிருந்து இரு பக்கங்களிலும் இரு நேர்கோடுகள்.

இவற்றின் அமைப்பாண்மைகளை விரிவாகக் காண்போம்.

(a) நேர்கோடு

இங்கு,

R : முடியின் உயர்வு.

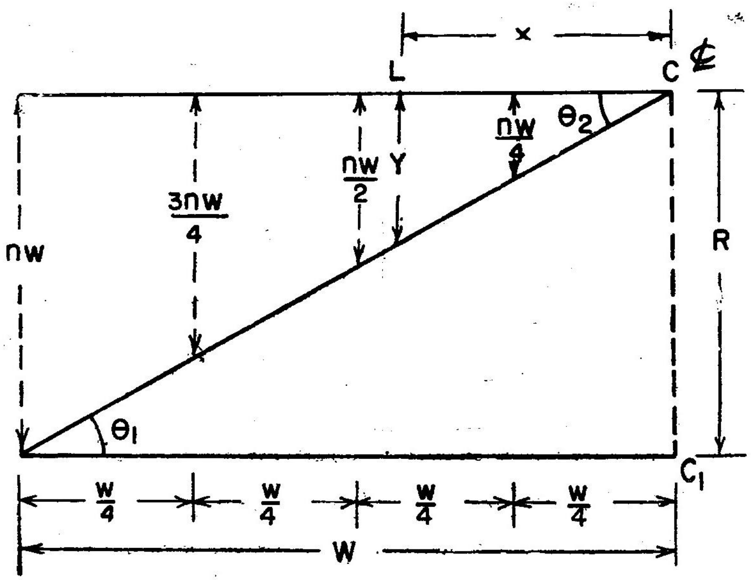
W : $\frac{1}{2} \times$ ஊர்திவழியின் அகலம்

Y : முடியிலிருந்து X கிடைத்தூரமுள்ள புள்ளியின் நிலைத் தூரம்.

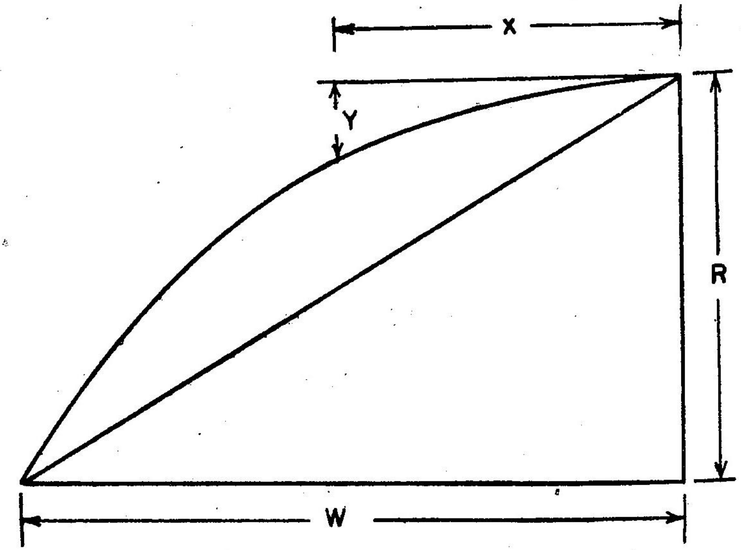
n : $\frac{R}{W}$: மேல்வாட்ட வளைவு என்று கருதுவோம்.

இங்கு, $\theta_1 = \theta_2$ (படம் 7-5:)

புள்ளி 'P' முடியிலிருந்து X கிடைத்தூரத்திலும், Y குத்துத் தூரத்திலும் இருப்பதாகக்கொள்வோம்.



படம் 7-5.
நேர்கோட்டு மேல்வாட்ட வளைவு



படம் 7-6. பரவளைய மேல்வாட்ட வளைவு

$$\frac{Y}{X} = \frac{R}{W} = n$$

$$\therefore \underline{Y = nx.}$$

(b) பரவளையம்

அச்சிலிருந்து பரவளையத்தின் மீதுள்ள புள்ளி ஒன்றின் கிடைத்தூரத்தின் வர்க்கத்திற்கேற்ப நிலைத்தூரம் மாறுகிறது (படம் 7-6).

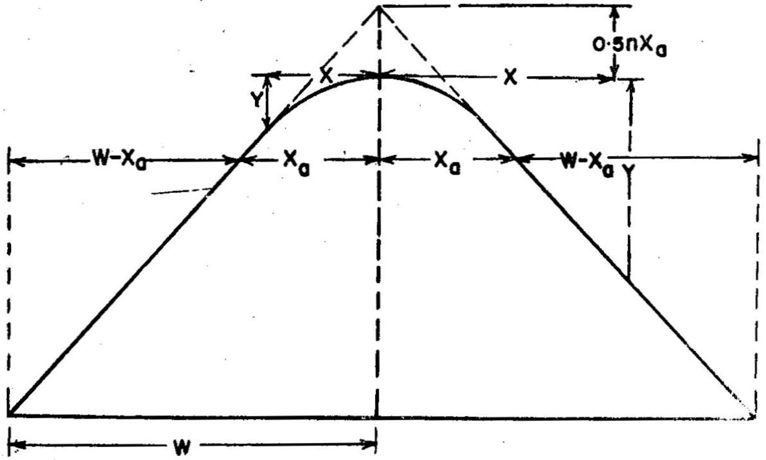
அதாவது,

$$\frac{Y}{X^2} = \frac{R}{W^2} = \frac{R}{W} \cdot \frac{1}{W} = \frac{n}{W}$$

$$\therefore Y = \frac{n X^2}{W} \qquad \ldots \quad (7\text{-}1)$$

(c) மத்தியில் பரவளையம்—இருபுறமும் நேர்கோடுகள்

இரு புறமும் உள்ள நேர்கோடுகள் O-வில் சந்திப்பதாகக் கொளவோம். முடிப்பகுதி O-என்னும் இப் புள்ளியிலிருந்து $0.5\,n\,X_a$ அளவிற்குத் தாழ்ந்துள்ளதாகக் கருதுவோம். மேலும்



படம் 7-7.
அமைந்துள்ள நேர்கோடுகளின் இடையில் பரவளையம் மேல் வாட்ட வளைவு.

மையத்திலிருந்து இரு புறமும் X_a பகுதி பரவளைய வடிவிலும் $W-X_a$ பகுதி நேர்கோட்டிலும் அமைந்துள்ளது எனக் கொள்வோம்,

X_a பகுதியில்

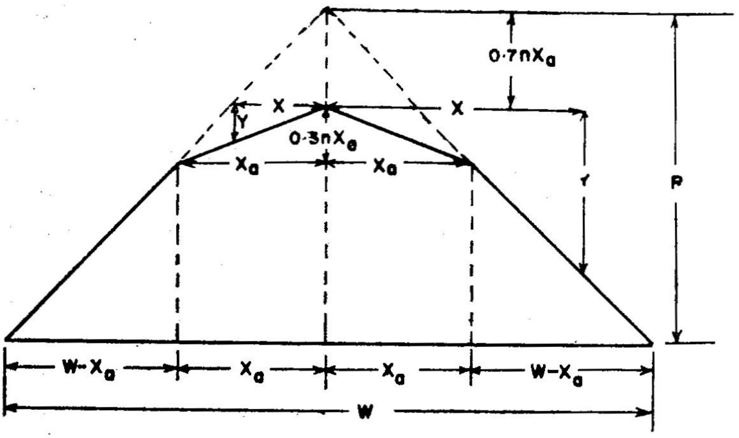
$$Y = \frac{n\,X}{W} = \frac{n\,X^2}{2\,X_a} \quad [\because \text{இங்கு } W = X_a] \quad \text{மேல் வாட்ட வளைவு} = \tfrac{1}{2}n \quad \ldots \quad (7\text{-}2)$$

$(W-X_a)$ பகுதியில்

$$Y = n\,X - \tfrac{1}{2}\,n\,X_a = n\,[X - 0{\cdot}5\,X_a] \quad \ldots \quad (7\text{-}3)$$

(d) இரு நேர்கோடுகள்

முடிப்பகுதியை, O-விலிருந்து $0.7\,n\,X_a$ அளவிற்குத் தாழ்த்துவதாகக் கொள்வோம். தற்போது X_a, $W-X_a$ ஆகிய இரு பகுதிகளுமே நேர்கோடுகளாகும்.



படம் 7-8.
இரு நேர்கோடுகளால் ஆன மேல்வாட்ட வளைவு

X_a பகுதியில்,

$$Y = n\,X \;(\text{சூத்திரம்})$$

$$= 0{\cdot}3\,n\,X_a \;(\text{மேல்வாட்ட வளைவு} = \frac{n}{3}) \quad \ldots \quad (7\text{–}4)$$

$W-X_a$ பகுதியில்

$$Y = n\,X \cdot 0{\cdot}7\,n\,X_a$$

$$= n\,(X - 0{\cdot}7\,X_a). \quad \ldots \quad (7\text{–}5)$$

7–29. நம் நாட்டுச் சூழ்நிலைக்கு நான்காவது முறையே சிறந்ததெனக் கருதப்படுகிறது. ஏனெனில், மற்ற முறைகளைக்

காட்டிலும் இம் முறையில் அமைக்கப்படும் மேல் வாட்ட வளைவில் ஊர்திகளின் சக்கரங்களுக்கும் பாதையின் மேற்பரப்பிற்கும் அதிக அளவு 'தொடு நிலைப்பரப்பு' (Contact Area) ஏற்படுவதாகக் கூறப்படுகிறது.

7–30. அதிக அளவு மேல்வாட்ட வளைவு அமைப்பதால் கீழ்வரும் தீமைகள் விளைகின்றன:

(i) சாலையின் மையப்பகுதியில் சரிவு விகிதம் விளிம்புகளைக் காட்டிலும் குறைவாக இருப்பதால் ஓட்டுநர்கள் சாலையின் மத்தியில் செல்ல விரும்புவர். எனவே, அதிக அளவு மேல்வாட்ட வளைவுள்ள பகுதியில் தேய்மானமும் அதிகமாக இருக்கும்.

(ii) நம் நாட்டில் இன்றும் மாட்டு வண்டிகளும், குதிரை வண்டிகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றின் ஈர்ப்பு மையம் (Centre of Gravity) பிற ஊர்திகளைக் காட்டிலும் மிக உயர்ந்து இருப்பதால், இவை எளிதில் கவிழக்கூடும். எனவே, குறிப்பாக நம் நாட்டுச் சூழ்நிலைக்கு அதிக அளவு மேல்வாட்ட வளைவு விரும்பத்தக்கது அல்ல.

(iii) மிக வேகமாகச் செல்லும் ஊர்திகள் விளிம்பை நோக்கிச் சரிய வாய்ப்பு அதிகமாகையால், அதிக அளவு மேல்வாட்ட வளைவு விபத்துக்கு வழிசெய்யும்.

(vi) அதிக அளவு மேல்வாட்ட வளைவுகளுள்ள பகுதிகளில் நீர் விரைந்து வழியும். இதனால் தோள் பகுதிகள் எளிதில் அரித்துச் செல்லப்படுகின்றன.

மழைநீர் விரைவில் வடிவதொன்றே அதிக அளவு மேல் வாட்ட வளைவினால் விளையும் நன்மையாகும்.

சரிவு விகிதத்திற்கும், மேல்வாட்ட வளைவிற்குமுள்ள தொடர்பு (Relation Between Camber and Gradient)

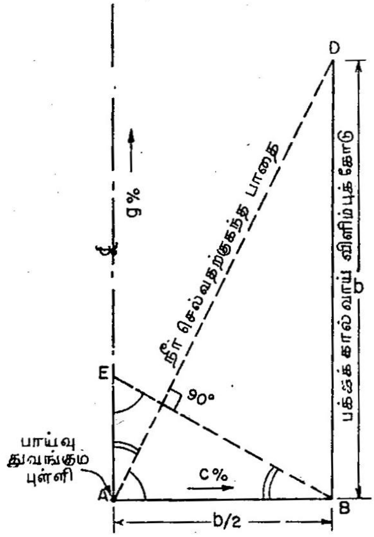
7-31. நெட்டாங்கு சாய்வற்ற சாலையொன்றில் மேல்வாட்ட விளைவின் காரணமாக, நீர் சாலையின் நேர்குறுக்காகச் சென்று அதன் தோள் பகுதியை அடைகிறது. இதனால் தோள் பகுதிகள் பாதிக்கப்படக்கூடும். மாறாக, மேல்வாட்ட வளைவற்ற ஆனால் நெட்டாங்குச் சாய்வுள்ள சாலையொன்றில், அதன் மையக் கோட்டிற்கு இணையாகவே நீர் நீண்ட தொலைவிற்குச் செல்கின்றது. இதனால் போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கு இடையூறு விளைகின்றது. இவ் விரு நிலைமைகளும், ஏற்படா

மலிருக்க வேண்டுமாயின், நெட்டாங்குச் சாய்வையும், மேல் வாட்ட வளைவையும் தக்க அளவில் அமைத்தல் இன்றியமை யாததாகிறது.

7–32. வடிமானம் நெட்டாங்கு திசையில் நடைபெறுத போது நீர் தோள் பகுதியை அடையக்கூடிய இடத்திலிருந்து, சாலை அகலத்திற்குச் சமமான தூரத்தின் நீர் அடைதல் விரும் பத்தக்கதாகும். மேலும், சாலையின் மேற்பரப்பில் மட்ட இணைப்புக் கோடுகளுக்குச் செங்குத்தான பாதையில் நீர் ஓடும். மேல்வாட்ட வளைவிற்கும், நெட்டாங்குச் சாய்வு விகிதத் திற்குமுள்ள தொடர்பினை எளிதில் அறியும் பொருட்டு, மேல் வாட்ட வளைவு சாலையின் மத்தியிலிருந்து விளிம்பை நோக்கி நேர்கோடாகச் சரிவதாகக் கொள்வோம்.

C : மேல் வாட்ட வளைவு, சதவீதத்தில்,

g : நெட்டாங்குச் சாய்வு வீதம், சதவீதத்தில்.



படம் 7-9.
மேல்வாட்ட வளைவிற்கும் நெட்டாங்குச் சாய்வு வீதத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு.

AB : ஊர்தி வழியில், பாதி அகலம் $= b/2$ எனக் கொள்வோம்,

7–33. படத்தில் சாலையின் மையக்கோட்டிலுள்ள A என்ற புள்ளியில் இருந்து நீர் வடிய வேண்டியிருப்பதாகக் கொள்வோம். ஊர்தி வழியின் விளிம்பில் A - க்கு நேராக B என்ற புள்ளி இருப்பதாகக் கொள்வோம். சாலை நெட்டாங்கு திசையில் சாய்ந்திராவிட்டால் A–யிலிருந்து நீர் Bஐ நோக்கி வழியும். சாலையின் மையக் கோட்டிலுள்ள E என்ற புள்ளியும், B–ம் ஒரே மட்டத்தில் இருப்பதாகக்கொண்டால் EB என்னும் கோடு மட்ட இணைப்புக் கோடாகிறது. எனவே, நீரின் பாதை மட்ட இணைப்புக் கோடான EB-க்குச் செங்குத்தாக இருக்கும். நீரின் பாதை ஊர்தி வழி விளிம்பை Dஎன்ற புள்ளியில் சந்திக்கட்டும். பிறகு, $BD = b$ (சாலையின் அகலம்).

ABD, ABE ஆகிய இரு முக்கோணங்களில்

$$\frac{DB}{AB} = \frac{AB}{EA}$$

அல்லது, $$EA = \frac{AB^2}{DB} = \frac{(b/2)^2}{b} = \frac{b}{4}$$

மேலும், $$AB \times C = AE \times g$$ (B-ம், E-ம் ஒரே மட்டத்தில் இருப்பதால்)

$$\frac{b}{2} \times C = \frac{b}{4} \times g$$

$$\therefore\ C = g/2 \qquad \dots \quad (7{\cdot}6)$$

அதாவது,

மேல்வாட்ட வளைவின் சாய்வு வீதம் = $\dfrac{\text{நெட்டாங்குச் சாய்வு வீதம்}}{2}$

ஆகும்.

சான்றாக, சாலையொன்றின் நெட்டாங்குச் சாய்வு வீதம் 1-ல் 30 இருக்குமானல், மேல்வாட்ட வளைவு சற்றேறக்குறைய 1-ல் 60 இருத்தல் சிறப்பு. எனினும், நெட்டாங்குச் சாய்வு வீதம் மாறும் போதெல்லாம் மேல்வாட்ட வளைவும் மாறுபடுவதால், சாலையைக் கட்டும்போது சற்றுக் கடினமாக இருக்கும்.

நில அகலம் வழி நடப்புரிமைப் பகுதி (Land width or Right of way)

7-34. சாலைக்கு வேண்டிய அனைத்தும் அடங்கிய பகுதியின் அகலத்தினை நில அகலம் அல்லது வழிநடப்புரிமைப் பகுதியின் அகலம் என்பர். இதில் இருபகுதிகள் உள்ளன:

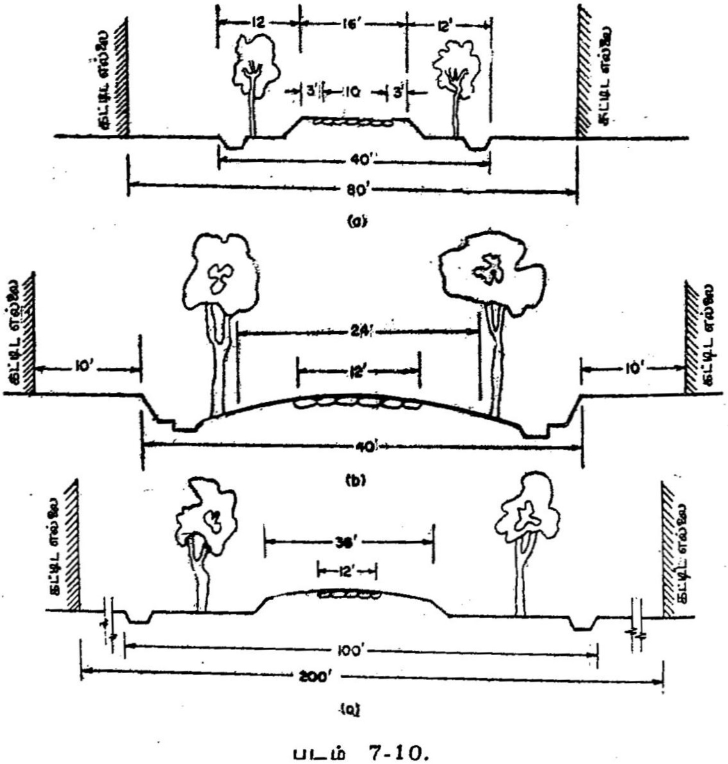
(i) கட்டமைவு அகலம் (Formation Width) ✓

(ii) எல்லை வெளி (Road Margins)

போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் தேவைகள், இட இயல்பு, சிக்கனம் ஆகிய யாவற்றினையும் கருத்திற்கொண்டே வழிநடப் புரிமைப் பகுதியைப் பெறல் வேண்டும். வளைவுகளில், பார்வைத் தூரத்தைப் பொறுத்து நில அகலம் அமைக்கப்படவேண்டும். தொழிற்சாலைகளிலும், நகரங்களிலும் போக்குவரவு நடமாட்டத்தில் ஏற்படும் அதிகரிப்பினையும் எண்ணி, சற்று மிகையான அளவிற்கு வழிநடப்புரிமைப் பகுதியினைப் பெறுதல்வேண்டும்.

குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் (Cross Section)

7–35. நம் நாட்டிலுள்ள வெவ்வேறு வகைச் சாலைகளது குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தினைப் படம் 7-10-ல் காணலாம்.



படம் 7-10.

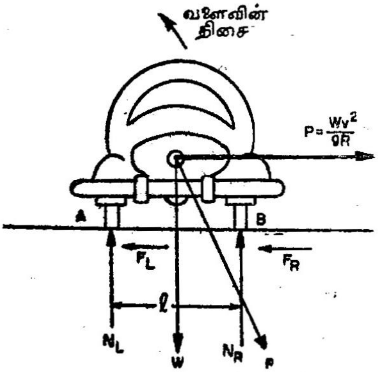
(a,b,c) நம் நாட்டுச் சாலைகள் சிலவற்றின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட பிரிவுகளில் காணப்படும் அளவுகளின் அடிப்படையில் இஃது அமைந்துள்ளது.

மிகை உயர்வு (Super Elevation)

7-36 ஊர்தியொன்று சாலையின் வளைந்த பகுதியில் செல்லும்பொழுது, தன்னுடைய எடையைத் தவிர மைய விலக்கு விசை ஆகிய இருவிசைகளுமே ஊர்தியின் ஈர்ப்பு மையத்தில் செயல்புரிகின்றன: மைய விலக்குவிசை ஊர்தியைப் பாதையைவிட்டு வெளியே தள்ளும் இயல்புடையது. மேலும், அஃது எப்போதும் கிடை நிலையிலேயே செயல்புரியும். இவ்விருவிசைகளின் விளைவை ஈடுசெய்ய சாலையின் வெளி விளிம்பை, அதன் உள் விளிம்பைக் காட்டிலும் சற்று மிகையான உயரத்தில் அமைக்க வேண்டும். இதனையே மிகை உயர்வு என்கிறோம். இதனைச் சரிவுமுகப்பு (Cant) என்றும் வழங்குவர். குறுக்கு வெட்டில் ஓர் அடி கிடைமட்டத் தொலைவிற்கு அமைக்கப்படும் உயர்வு (அடியின் பின்னத்தில்) அல்லது சாய்வு கோணத்தின் டேன் மதிப்பு (Tan of the angle of Slope) மிகை உயர்வின் மதிப்பாகும்.

ஊர்தி கவிழாமலிருப்பதற்கான நிலைப்பாடு நிபந்தனைகள் (Stability Conditions against Overturning)



படம் 7-11.
மிகை உயர்வற்ற சாலைவளைவில் ஊர்தி செல்லும்போது செயல்படும் விசைகள்.

7-37. இங்கு,

W = ஊர்தியின் எடை

v = ஊர்தியின் திசை வேகம், அடிகள்/செகண்டுக்கு.
= $1 \cdot 47\ V$, V = மைல்கள்/மணிக்கு.

R = வளையின் ஆரை, அடியில்

P = மைய விலக்கு விசை $= \frac{Wv^2}{gR}$ பவுண்டில்.

N_L = மேற்பரப்பிற்குச் செங்குத்தாக, A என்ற புள்ளியில் தோன்றும் எதிர்விசை.

N_R = மேற்பரப்பிற்குச் செங்குத்தாக, B என்ற புள்ளியில் தோன்றும் எதிர்விசை.

F_L = A-ல் தோன்றும் பக்க உராய்வு (Lateral Friction).

F_R = B-ல் தோன்றும் பக்க உராய்வு.

h = சாலை மட்டத்திலிருந்து ஊர்தியின் ஈர்ப்பு மைய உயரம்.

l = சக்கரங்களின் மையங்களுக்கு இடையே உள்ள தூரம்.

சாலை மேற்பரப்பில் தோன்றும் எதிர்விசை:

$$N_L \times l = \frac{Wl}{2} - P.h$$

அல்லது

$$N_L = \frac{Wl - 2P.h}{2l}$$

மேலும்

$$N_R \times l = \frac{Wl}{2} + Ph$$

$$N_R = \frac{Wl + 2Ph}{2l}$$

மேலும்

$$N_L + N_R = W$$

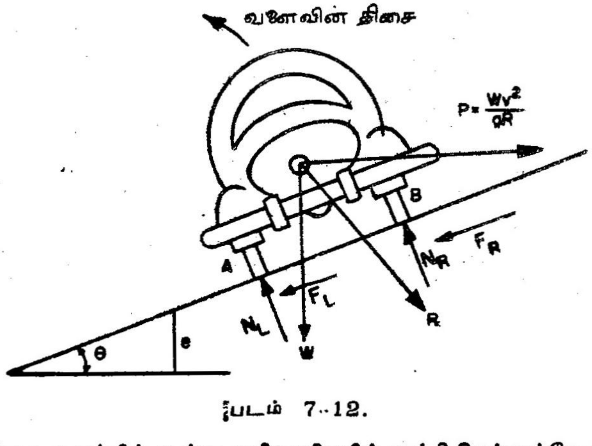
இடது சக்கரம் சாலையின் மேற்பரப்பைத் தொடாமலிருக்கின்றபோதுதான், ஊர்தி கவிழும் நிலையின் எல்லையில் (Verge) இருக்கும். அந்த நிலைமையில் ஊர்தி எடை, மைய விலக்கு விசை ஆகியவற்றின் விளைவு விசை (Resultant) வலப்புறச் சக்கரத்தின் வழியே செல்லும். எனவே, இவ்வாறுன வரம்பு நிலைகளில்

$$Wl - 2Ph = 0$$

அல்லது மையவிலக்கு விகிதம் $= \frac{P}{W} = \frac{l}{2h}$ ... ... (7-7)

$\therefore \quad \frac{P}{W}$ எப்போதும் $\frac{l}{2h}$ - க்குக் குறைந்தே இருக்க வேண்டும், மைய விலக்கு விசை P யால் கவிழ்க்கும் உந்தம் (Overturning Momentum) ஏற்படுகின்றது. எனவே 'h'ஐ இயன்றளவு குறைத்துக் கொண்டால் ஊர்தி கவிழும் வாய்ப்பும் குறைகின்றது. எனவேதான் அண்மைக் காலத்துக்கார்களில் ஈர்ப்புமையம் மிகவும் தாழ்வாகவே இருக்குமாறு அமைக்கப்படு கிறது. ஆனால், டிரக்குகளின் ஈர்ப்பு மையம் உயர்வாக இருப்ப தால், கவிழ்க்கும் உந்தமும் அதிகரிக்கிறது. அதாவது கவிழ் வதற்கான வாய்ப்புகள் அதிகரிக்கின்றன. மைய விலக்கு விசை $P = \frac{Wv^2}{gR}$, பக்க உராய்வு விசைகளான F_L, F_R ஆகியவற்ருல் தடுக்கப்படுகிறது. இப்பக்க உராய்வு விசை, f, சாலை மேற் பரப்பின் இயல்பினையும், ஊர்தி டயர்களின் (Tyres) இயல் பினையும் சார்ந்துள்ளது. மைய விலக்கு விசை விகிதம் பக்க உராய்வு விசையைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருந்தால், ஊர்தி பக்கவாட்டத்தில் நழுவிச் செல்லும்.

மிகை உயர்வு, உராய்வு எண் (Coefficient of Friction), மைய விலக்கு விகிதம் ஆகியவற்றிற்கு இடையிலுள்ள தொடர்பு



படம் 7-12.

மிகை உயர்வில் உள்ள சாலை வளைவில் ஊர்தி செல்லும்போது செயல்படும் விசைகள்.

7-38. மையவிலக்கு விசையின் விளைவை ஈடு செய்ய, சாலையின் மேற்பரப்பை $\theta°$ கோணத்திற்கு மிகை உயர்வு செய்வதாகக் கொள்வோம்.

இங்கு

f = டயருக்கும் சாலை மேற்பரப்பிற்கும் இடையே உள்ள பக்க உராய்வு எண் = $\tan\phi$ [ϕ : உராய்வுக் கோணம்]

e = $\tan\theta$ = மிகை உயர்வு

R = P, W ஆகிய இரு விசைகளின் விளைவு விசை.

N_L = மிகை உயர்வு செய்யப்பட்ட மேற்பரப்பிற்குச் செங்குத்தாக A என்ற புள்ளியில் தோன்றும் எதிர் விசை

N_R = மிகை உயர்வு செய்யப்பட்ட மேற்பரப்பிற்குச் செங்குத்தாக B என்ற புள்ளியில் தோன்றும் எதிர் விசை

F_L = மிகை உயர்வு செய்யப்பட்ட மேற்பரப்பில் A என்ற புள்ளியில் உள்ள உராய்வு விசை = $f \cdot N_L$

F_R = மிகை உயர்வு செய்யப்பட்ட மேற்பரப்பில் B என்ற புள்ளியில் உள்ள உராய்வு விசை = $f . N_R$

ஊர்தியின் மேல் செயல்புரியும் விசைகளைக் கிடையாகவும், செங்குத்தாகவும் பிரித்தால்

$$P = (N_L + N_R)\sin\theta + (F_L + F_R)\cos\theta$$

$$= (N_L + N_R)\sin\theta + (f.N_L + f.N_R)\cos\theta$$

$$= (N_L + N_R)(\sin\theta + f.\cos\theta).$$

இதே போன்று,

$$W = (N_L + N_R)(f\sin\theta + \cos\theta).$$

$$\therefore \quad \frac{P}{W} = \frac{\sin\theta + f\cos\theta}{f\sin\theta + \cos\theta} = \frac{\sin\theta + \tan\phi\cos\theta}{\tan\phi\sin + \cos\theta}$$

$$= \frac{\sin\theta + \frac{\sin\phi}{\cos\phi}\cos\theta}{\frac{\sin\phi}{\cos\phi}\sin\theta + \cos\theta} = \frac{\sin\theta.\cos\phi + \sin\phi\cos\theta}{\sin\phi\sin\theta + \cos\phi\cos\theta}$$

$$\frac{\sin(\theta + \phi)}{\cos(\theta + \phi)}.$$

$$= \tan(\theta+\phi)$$

$$= \frac{\tan\theta+\tan\phi}{1-\tan\theta\tan\phi} \quad \ldots \quad (7\text{–}6)$$

இதில் θவும் ϕ யும் மிகச் சிறந்த கோணங்களாக இருப்பின், $\tan\theta \tan\phi$ மிக மிகச் சிறியதாக இருக்கும். எனவே இதனை ஒதுக்கிவிடலாம்.

$$\therefore\ P/W = \tan\theta + \tan\phi = e + f \quad \ldots \quad (7\text{–}8)$$

ஆயின் $\frac{P}{W} = \frac{W.v^2}{gR} \times \frac{1}{W} = v^2/gR = \frac{(1{\cdot}47\ V)^2}{32{\cdot}2 \times R} = \frac{V^2}{15\ R}$

$$\therefore\ \frac{V^2}{15\ R} = P/W = C = e + f\ .\ [C\text{: மைய விலக்கு விகிதம்}] \quad \ldots \quad (7\text{–}9)$$

அதாவது

மைய விளக்கு விகிதம் = மிகை உயர்வு + பக்க உராய்வு எண்.

இதுவே வளைவுகளின் அமைப்பாண்மைக்கான அடிப்படைச் சமன்பாடாகும்.

7-39. கீழ்க்காணும் துணை முடிவுகள் கவனிக்கத்தக்கவை :

(i) பக்க உராய்வு எண் புறக்கணிக்கப்பட்டால் ($\phi = 0$),

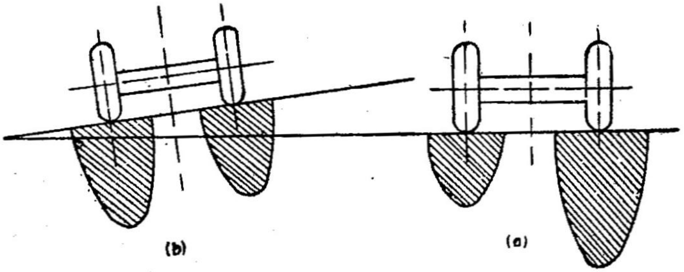
$$\tan\theta = e = \frac{V^2}{15\ R}\ .$$

சாலையின் மிகை உயர்வுக்கோணம் $\tan^{-1}\frac{V^2}{15\ R}$ ஆக இருக்கும்படி செய்தால், உராய்வு விசை செயற்படவேண்டுவதில்லை. எனவே, இரு சக்கரங்களின் அடியிலும் அழுத்தம் சமமாக இருக்கும். மிகை உயர்வு செய்யப்பட்ட சாலையிலும், சமதள சாலையிலும் தோன்றக்கூடிய அழுத்தப் பகிர்வைப் படம் 7-13 விளக்குகின்றது.

(ii) மிகை உயர்வு $\frac{V^2}{15}$ R-க்குக் குறைவாக இருந்தால், பக்க உராய்வுகளும் செயல்புரியத் தொடங்குகின்றன. மிகை உயர்வுக் குறையக் குறைய பக்க உராய்வு விசையின் அளவும் அதிகரிக்கிறது.

(iii) மிகை உயர்வு அமைக்கப்படாதிருந்தால் (அதாவது $0=\theta$)

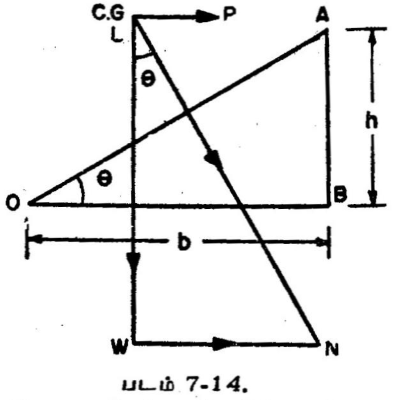
$$\tan \phi = f = \frac{V^2}{15\,R}$$



படம் 7-13.
ஊர்திச் சக்கரங்களின் அடியில் தோன்றக் கூடிய அழுத்தப் பகிர்வு.
(*a*) மட்டச் சாலையில் தோன்றக்கூடிய அழுத்தப் பகிர்வு.
(*b*) $\tan^{-1} \frac{V^2}{15\,R}$ கோணத்தில் மிகை உயர்வு செய்யப்பட்ட சாலையில் தோன்றக்கூடிய அழுத்தப் பகிர்வு,

(iv) போதிய அளவு பக்க உராய்வு விசை ஏற்பட இயலாத இடங்களில் ஊர்தி நழுவிச் செல்ல வாய்ப்புண்டு. (எடுத்துக்காட்டு) : மிகவும் வழவழப்பான மேற்பரப் புள்ள சாலை வளைவில் தேய்ந்துபோன டயர்களுடைய ஊர்தி, விரைவாகத் திரும்பினால் போதிய அளவு பக்க உராய்வு ஏற்பட இயலுவதில்லை.

மிகை உயர்வை அறியப் பயன்படும் இரண்டாவது முறை



படம் 7-14.
மிகை உயர்வை அறியப் பயன்படும் மற்றொரு முறை

7-40. ஊர்தியின் எடை (W), மைய விலக்கு விசை (P) ஆகியவற்றின் விளைவு விசை, சாலையின் சாய்ந்த மேற்பரப் பிற்குச் செங்குத்தாக உள்ள எதிர்விசைக்குச் சமமாகவும், எதிர்த்திசையிலும் இருக்கும். தவிரவும், செங்குத்திலிருந்து விளைவு விசையின் சாய்கோணம் θ வாக இருக்கும்.

$$\frac{AB}{OB} = \frac{WN}{LW}.$$

அல்லது $$\frac{h}{b} = \frac{P}{W}$$

அல்லது $$e = P/W = \frac{\frac{Wv^2}{gR}}{W} = \frac{v^2}{gR} = \frac{V^2}{15\,R} \text{ அடி}$$

(தோராயமாக)

அனுமதிக்கக்கூடிய மிகைஉயர்வின் மிகக்குறைந்த, மிக அதிகமான அளவுகள்

7-41. சாலையின் மேற்பரப்பிலிருந்து நீரை வடிமானம் செய்வதற்கு வேண்டிய சரிவைவிடக் குறைவாக மிகை உயர்வு இருக்கக்கூடாது. தட்டையான சமவெளிப் பகுதிகளில் குறுக்கு வாட்ட வடிமானத்திற்குத் தேவைப்படும் அளவே மிகை உயர்வின் மிகக் குறைந்த அளவாகும். பிரிவுகள் 7-38, 7-39 ஆகியவற்றில் காணப்படும் சூத்திரங்களைப் பயன்படுத்திக் கிடைக்கும் மிகை உயர்வின் அளவு மேற்பரப்பு வடிமானத் திற்கு வேண்டிய சரிவின் அளவைக் காட்டிலும் குறைந்திருந் தால், இயல்பான மேல்வாட்ட வளைவையே தொடர்ந்து அமைக்கலாம். இவ் விடங்களில் மிகை உயர்வு அமைக்க வேண்டுவதில்லை.

7-42. நம் நாட்டைப் பொறுத்தமட்டில் இனி வரப்போகும் பல ஆண்டு காலத்திற்கு மாட்டு வண்டிகளின் நடமாட்டம் இருக்குமாகையால், அவையே மிக அதிக மிகை உயர்வைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இதுபோன்ற மெதுவாகச் செல்லும் பிற ஊர்திகளுக்கும் அதிக சரிவு இருக்கக்கூடாது. வைக்கோல், பஞ்சுப் பொதி போன்ற இலேசான பொருள்களை ஏற்றிக் கொண்டு இவை செல்லும்பொழுது இவற்றின் ஈர்ப்பு மையம் மிக உயரத்தில் இருப்பதால், மிகவும் மோசமான நிலைமை உருவாகிறது. எனவேதான், நமது நாட்டில் பயன்படுத்தத் தக்க மிக அதிக மிகை உயர்வு 1-ல் 15ஆக இருக்கவேண்டுமென இந்திய சாலைக்குழு பரிந்துரை செய்துள்ளது.

வெவ்வேறு அமைப்பாண்மைகளுக்கான மிகை உயர்வு

7-42. மிகை உயர்வு, ஊர்தி வேகத்தின் வர்க்கத்திற்கு நேர் சார்பில் (Direct Function) உள்ளது ($e = V^2/15R$).

எனவே, ஊர்தியின் வேகம் அதிகமானால், மிகை உயர்வும் அதிகரிக்கிறது. எனவே, விரைவு ஊர்திகள் செல்லும் சாலைகளில் அமைப்பாண்மை வேகத்தின் அடிப்படையில் மிகை உயர்வைக் கணக்கிடவேண்டும். ஊர்திகளின் வேகம் பலவாறு வேறுபடுவதால், அமைப்பாண்மை வேகத்தில் முக்கால்பங்கைச் சராசரி வேகமாகக் கருதி அதன் அடிப்படையில் மிகை உயர்வை அமைக்கவேண்டும்.

$$\therefore \; e = \frac{(3/4\ V)^2}{15\,R}$$ இங்கு V = அமைப்பாண்மை வேகம்.

$$= \frac{3\ V^2}{80\ R} \qquad \ldots \quad (7\text{–}10)$$

எனினும், நம் நாட்டின் சூழ்நிலைக்கேற்ப சாலைகளின் மிகை உயர்வு 1/15-க்கு மிகாமல் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும்.

பக்க உராய்வுத் தடை (Lateral Frictional Resistance)

7-43. சாலையின் வகையினையும், அதன் நிலைமையினையும், (ஈரம், சேறு, பனி போன்றவை இருத்தல்), டயர்களிலுள்ள காற்றழுத்தத்தினையும், அதன் மேற்பரப்பிலுள்ள டிரட்டினை (Tread)யும் பொறுத்தே பக்க உராய்வுத் தடையின் அளவு அமைகிறது. பக்க உராய்வு எண் 0·2–லிருந்து (மழை நாளொன்றில் மண்சாலையில்) 0·9 வரை [புதியதாகக் கட்டப் பட்ட புகைக்கீல் (Asphalt) சாலையில்] மாறுபடுகின்றது. நமது நாட்டிலுள்ள சாலைகளின் தரம் குறைவாக இருப்பதால், இந்திய சாலைக்குழு மிகக் குறைந்த பக்க உராய்வு எண்ணை 0·2ஐப் பரிந்துரைக்கின்றது. காப்புறுதிக் கூறு $1\frac{1}{3}$ என்று கொண்டால், பாதுகாப்பான பக்க உராய்வு எண்

$= 0{\cdot}2 + \frac{3}{4} = 0{\cdot}15$ என்றாகிறது.

மைய விலக்கு விகிதத்தின் மிக அதிக அளவு

7–44. மிகை உயரத்திற்கும், பக்க உராய்வு எண்ணிற்கும் மிக அதிக அளவிற்கான வரம்பு இருப்பதால், மைய விலக்கு விகிதத்திற்கும் மிக அதிக அளவு ஒன்று இருக்கவேண்டும்.

அதாவது $e_{\text{மிக அதிக அளவு}} = \frac{1}{15} = 0{\cdot}067.$

$$f_{\text{மிக அதிக அளவு}} = 0{\cdot}15$$

அனுமதிக்கக்கூடிய, மிக அதிக மைய விலக்கு விகிதம்.

$$= e_{\text{மிக அதிகம்}} + f_{\text{மிக அதிகம்}}$$
$$= 0.067+0{\cdot}15$$
$$= 0{\cdot}217.$$

இதுவே மைய் விலக்கு விகிதத்தின் அனுமதிக்கக்கூடிய மிக அதிக அளவு 0·217 என அறிகிறோம்.

இனி $C = V^2/15\,R$ என்பது சூத்திரம்.

$\therefore\ V^2/15\,R = 0{\cdot}217$

அல்லது $R = 0{\cdot}307\ V^2$

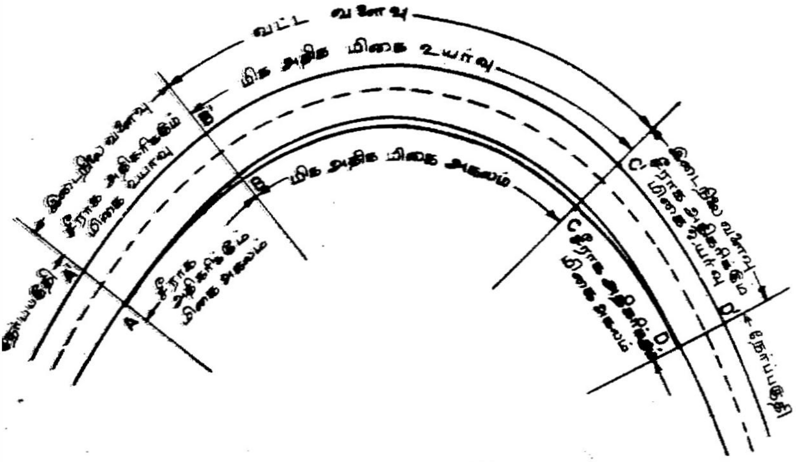
$R = 0{\cdot}31V^2$ (தோராயமாக) ... (7·11)

எனவே எந்த ஓர் அமைப்பாண்மை வேகத்திற்கும் (V) ஒரு குறிப்பிட்ட, அனுமதிக்கக்கூடிய மிகக்குறைந்த வளைவு ஆரையொன்று இருக்கும். இதற்கும் குறைந்த ஆரைகளை யுடைய வளைவுகளை அமைத்தல் கூடாது.

மிகை உயர்வையும், மிகை அகலத்தையும் சாலையில் பொருத்தும் முறை (Method of Introducing Extra Width and Super elevation on Roads)

7-45· எளிய வளைவுகளில் (Simple Curves) அவற்றின் தொடக்கத்திலிருந்தே தேவைப்படும் மிகை அகலத்தையும், மிகை உயர்வையும் பொருத்தவேண்டுவது அவசியம். எனவே தொடு நிலைப்புள்ளிக்கு அப்பாலுள்ள சாலையின் நேர்ப்பகுதியிலிருந்தே அவையிரண்டினையும் தொடங்கவேண்டும். சாலையின் நேர்ப் பகுதியினையும், வளைவுப் பகுதியினையும் இவ்வாறு இணைக்கும் வளைவிற்கு 'இடை நிலை வளைவு' (Transition Curve) என்று பெயர். சாலை நேர்ப்பகுதியின் முடிவிலுள்ள (*A* வில்) இடத்தின் உட்புறமாக மிகை அகலத்தைத் தொடங்கி இடை நிலை வளைவில் முழு அமைப்பாண்மை மிகை அகலமும் அடையும்வரை அதனை ஒரே சீராக அதிகரித்துச் செல்வர் (B வரையில்). இதேபோன்று மிகை உயர்வை சாலை வெளி விளிம்பிலுள்ள நேர்ப்பகுதியில் (A′-ல்) தொடங்கி முழு அமைப்பாண்மை மிகை உயர்வும் B′–ல் கிடைக்குமாறு மிகை உயர்வு இடை நிலை வளைவை அமைக்க வேண்டும் [B–B′ ஆகிய இரு புள்ளிகளும் ஒரே ஆரைக் கோட்டில் அமைந்துள்ளன]. இதே மிகை அகலத்தினையும், மிகை உயர்வையும் வட்ட வளை

வின் முடிவுவரை (C, C′ புள்ளிகள் வரை) தொடர்ந்து அமைக்க வேண்டும். அதன் பின்பு அவற்றை D, D' புள்ளிகள் வரை ஒரே சீராகக் குறைத்துக்கொண்டு செல்ல வேண்டும்.



படம் 7–15.
மிகை அகலம், மிகை உயர்வு ஆகியவற்றைச் சாலை வளைவில் பொருத்துதல்.

இப் புள்ளிகளுக்கு அப்பால் சாலை தனது இயல்பான அகலத்துடனும், மிகை உயர்வு ஏதுமின்றியும் செல்லும். மிகை உயர்வு எப்பொழுதும் வளைவுகளின் வெளி விளிம்பில் அமைக்கப்படவேண்டும், ஆனால், இயல்பான நிலைமைகளில் மிகை அகலத்தைச் சாலையின் உட்புறமாகவும், சிற்சில சமயங்களில் அதன் இருபுறங்களிலும் அமைப்பது வழக்கம்.

மிகை உயர்வை அமைக்கும் முறைகள்

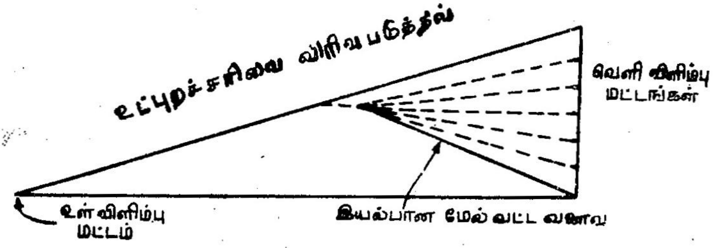
7–46. நேராக உள்ள சாலைப் பகுதிகளில், சாலையின் முடியிலிருந்து அதன் இரு பக்கங்களிலும் சரியும் மேல்வாட்ட வளைவை வழக்கம்போல் அமைக்கலாம். ஆனால், வளைவுகளில் மிகை உயர்வை அமைக்க வேண்டியுள்ளது. நேர்ப்பகுதியில் உள்ள மேல்வாட்ட வளைவை, வளைவுப் பகுதியில் மிகை உயர்வாக மாற்றி அமைக்க வேண்டும். இஃது இரு கட்டங்களில் (Stages) செய்யப்படுகின்றது.

(i) வெளி விளிம்பிலிருந்து உள் விளிம்பிற்கு ஒரே சாய்வான நேர்கோடு கிடைக்கும் வரை வெளிப்புறமுள்ள மேல்வாட்ட வளைவை மெதுவாக உயர்த்துதல்.

(ii) இச் சாய்வான நேர்கோட்டில் சரிவு விகிதத்தை அமைப்பாண்மை மிகை உயர்வு கிடைக்கும் வரை அதிகரித்தல்.

7–47. மேற்கண்ட இரண்டனுள் முதல் கட்டமான மேல் வாட்ட வளைவை நேர்கோடாக மாற்றுவதற்கு இரு முறைகள் பின்பற்றப் படுகின்றன.

(1) வெளிப்புறச் சரிவினைச் சாலையின் முடியைச் சுற்றி மெதுவாகச் சுழற்றுவதன் மூலம் மேல்வாட்ட வளைவை நேர் கோடாக மாற்றலாம்.



படம் 7-16.

சாலையின் முடிப்பகுதியைச் சுற்றி வெளிப்புறச் சரிவைச் சுழற்றுவதன் மூலம் அமைக்கப்படும் மிகை உயர்வு.

வெளிப்புற சரிவை, சாலை முடிப்பகுதியின் தொடு கோட்டோடு பொருந்துமாறு மெதுவாகக் குறைத்து, பின்பு கிடை மட்டத்திற்குக் கொண்டு வரவேண்டும். பிறகு இதனை உட்புற நேர்கோட்டின் சாய்விற்கு உயர்த்த வேண்டும்.

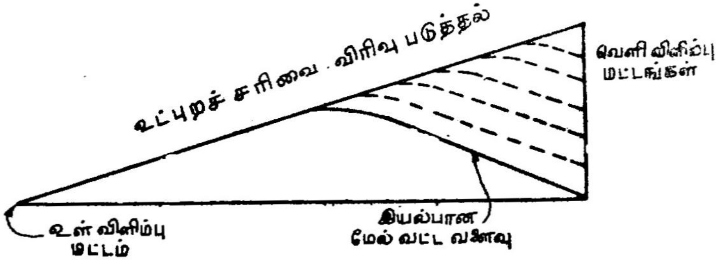
7–48. இம் முறை நம் நாட்டில் பெரிதும் பின்பற்றப்படு கின்றது. ஏனெனில்,

(i) இடைநிலை வளைவுகளில்லாத இடங்களில் வளைவு தொடங்கும் தொடு புள்ளியிலேயே வெளிப்புறச் சரிவைக் கிடை மட்டத்திற்குக் கொண்டு வந்துவிட லாம். எனவே வளைவில், எந்த ஒரு பகுதியும் வெளிப் புறமாகக் கீழ்நோக்கிச் சரிந்திருக்காது. அதாவது எதிர் மிகை உயர்வு (Negative Super Elevation) இருக்காது.

(ii) வெளி விளிம்பிலுள்ள புள்ளிகளின் உயர்வை எளிதில் கணக்கிடலாம்.

(iii) இதற்கென தனிப்பட்ட மாதிரி அளவுச் சட்டங்கள் (Templates) வேண்டுவதில்லை.

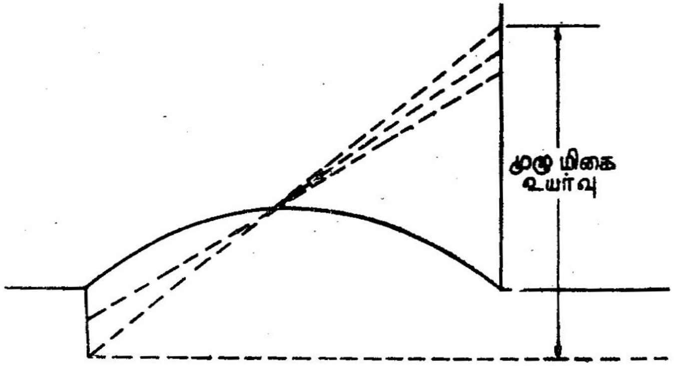
(2) இரண்டாவது முறையில் முடி வெளிவிளிம்பை நோக்கி இடம் பெயருகிறது. இதனை 'முடிநிலை பெயரும் முறை' (Diagonal Crown Method) என வழங்கலாம்.



படம் 7-17.
முடி நிலை பெயரும் முறை

முடிப்பகுதி வெளிவிளிம்பை அடையும் வரையில், அதனை வெளிப்புறமாக இடம் பெயர்க்கின்றனர். இதனால் முடியின் இருபுறங்களிலும் சரிவு விகிதத்தில் மாற்றம் ஏதும் இடம் பெறுவதில்லை. இம் முறையினை அதிகமாகப் பின்பற்றுவதில்லை.

7-49. மேற் கூறிய இரு முறைகளுள் ஒன்றினைப் பின்பற்றி சாலையின் குறுக்கு வெட்டுப் புற உருவினை நேர்கோடாக

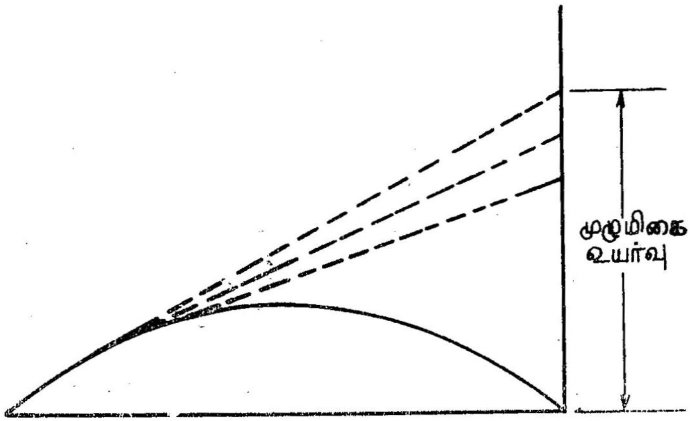


படம் 7-18.
மையக் கோட்டைச் சுற்றி சாய்தளத்தைச் சுழற்றுதல்

மாற்றிய பின்பு, அமைப்பாண்மை மிகை உயர்வை கீழ்க் காணும் இரண்டு முறைகளில் அமைக்கலாம்:

(a) சாலையின் மையக் கோட்டைச் சுற்றிச் சரியான நேர்கோட்டைச் சுழற்றலாம். அவ்வாறு சுழற்றும்போது, ஒரே சமயத்தில் உள் விளிம்பு தாழுமாறும், வெளி விளிம்பு மெதுவாக உயருமாறும் படிப்படியாகச் சுழற்ற வேண்டும்.

(b) சாலையின் உள் விளிம்பைச் சுற்றி சரிவான நேர் கோட்டைச் சுழற்றலாம். அவ்வாறு சுழற்றும்போது வெளி விளிம்பு மட்டுமே மெதுவாக உயரும்.



படம் 7-19.
உள் விளிம்பைச் சுற்றி சாய்தளத்தைச் சுழற்றுதல்

இவ்விரண்டனுள் (a & b) முதன் முறையே உகந்ததாகும். இம் முறையில் சாலை மையக்கோட்டின் சாய்வு விகிதம் பாதிக்கப் படுவதில்லை. மேலும் சாலை பரப்பில், நெட்டாங்கு திசையில், மேடுபள்ளம் ஏற்பட வாய்ப்பு இல்லை. இரண்டாவது முறை சரிவு விகிதம் குறைந்த தட்டையான பகுதிகளிலும், அகழ்வு களிலும் பின்பற்றப்படுகின்றது.

வளைவுகள் (Curves)

7-50. கிடையான சமதளத்திலோ அல்லது செங்குத்தான சமதளத்திலோ இரு நேர்ச் சாலைகள் சந்திக்கும் பொழுது தோன்றும் திசை மாற்றம் திடீரென இராமல் படிப்படியாக நிகழும் பொருட்டே வளைவுகள் அமைக்கப்படுகின்றன. சாலை செல்லும் பகுதியின் இட இயல்பினாலும், அண்மையிலுள்ள சொத்துகளினால் [கட்டடங்கள், விளை நிலங்கள் போன்றவை] ஏற்படும் கட்டுப்பாடுகளினாலும், மதச்சார்பான இடங்கள், பழம் பெருமை வாய்ந்த இடங்கள் போன்றவற்றைத் தவிர்க்கும்

சமயங்களிலும், வளைவுகளைச் சாலைகளில் அமைக்க வேண்டியுள்ளது.

7-51. வளைவுகளால் விளையும் நன்மைகள் பல. அவற்றுள் சிலவற்றை இங்குக் காண்போம்.

(i) வளைவுகள், பயணிகளின் வசதியான பயணத்திற்கு உதவுகின்றன. வளைவுகள் இல்லாவிடில் திருப்பங்களில் பயணிகள் இடர்ப்பட நேரிடுகின்றது.

(ii) நேரான பாதை வழியே தொடர்ந்து பயணம் செய்வதால் விளையும் மனச்சலிப்பை நீக்குகின்றன.

(iii) வளைவுகள் ஊர்தியின் வாழ்நாளை அதிகரிக்கச் செய்கின்றன. திடீரெனத் திரும்பும் திருப்பங்களில் ஊர்தியின் தேய்மானம் அதிகரிக்கின்றது.

(iv) நேரான சாலைப் பகுதிகளில் மிகுந்த வேகத்துடன் செல்வதற்கு ஓட்டுநர்களின் மனம் விழையும். வளைவுகளிருப்பின், வரம்பிற்குள் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்திச் செலுத்த அவை உதவும்.

7-52. வளைவுகளைக் கவனத்துடன் அமைப்பாண்மை செய்ய வேண்டுவது இன்றியமையாததாகும். வளைவுகளை அமைப்பாண்மை செய்யும்போது, ஊர்தியின் அமைப்பாண்மை வேகம், அனுமதிக்கக்கூடிய உராய்வு, அனுமதிக்கக்கூடிய மிக அதிக மிகை உயர்வு, அனுமதிக்கக்கூடிய மையவிலக்கு விகிதம் ஆகியவற்றை மனத்திற் கொள்ளவேண்டும்.

வளைவுகளின் வகை

7-53. வளைவுகளை இரு இனங்களாகப் பிரிக்கலாம்.

(1) கிடை வளைவுகள் (Horizontal curves): இவை கிடைப் படத்தில் (Plan) வளைந்த அமைப்பினை உடையவையாகும். சாலையின் மையக் கோடு திசைமாறும் இடங்களில் இவை அமைக்கப்படுகின்றன.

(2) குத்து வளைவுகள் (Vertical Curves): சாலையின் நெட்டாங்கு தோற்றத்தில் வளைந்த அமைப்பினை இவை கொண்டிருக்கும். இவை சாலையின் நெட்டாங்குச் சாய்வு வீதத்தை எளிதில் மாற்றக்கூடிய வண்ணம் அமைக்கப்படுகின்றன.

7–54. பின்வரும் வளைவுகள் நெடுஞ்சாலைகளில் பயன் படுத்தப்படுகின்றன:

(1) வட்ட வளைவுகள் (Circular Curves)

(a) எளிய வட்ட வளைவு (Simple Curve)

(b) கூட்டு வட்டவளைவு (Compound Curve)

(c) மறுதலை வட்ட வளைவு (Reverse Curve)

(2) இடைநிலை வளைவுகள் (Transition Curves)

(a) சுருளி (Spiral)

(b) முப்படிச் சுருளி (Cubic Spiral)

(c) முப்படிப் பரவளைவு (Cubic Parabola)

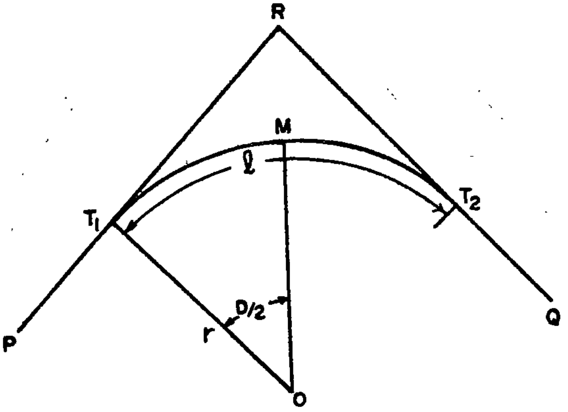
(d) இலெமினிஸ்கெட் வளைவு (Leminiscate Curve)

(3) பரவளைய வளைவுகள் (Parabolic Curves).

வட்ட வளைவுகளும், இடைநிலை வளைவுகளும் கிடை வளைவு களாகவும், பரவளைய வளைவுகள் குத்து வளைவுகளாகவும் பயன் படுகின்றன. இவற்றினைப்பற்றிச் சற்று விரிவாகக் காண்போம்.

வட்ட வளைவுகள்

(a) எளிய வளைவு



படம் 7-20.
எளிய வட்ட வளைவு

7–55. இரு நேர்ப்பகுதிகளை இணைக்கும் ஒரே வட்ட வில் அமைப்பை எளிய வளைவு என்கிறோம்.

100 அடி நீளமுள்ள வில் (வட்ட வளைவின் வழியே அளக்கப்படவேண்டும்) வட்டத்தின் மையத்தில் தோற்றுவிக்கும் கோணத்தின் அளவே (பாகையில்) 'வளைவின் பாகை' (Degree of The Curve) எனப்படுகிறது. (எடுத்துக்காட்டு): 1^0 வளைவு எனில் 100 அடி நீளமுள்ள வில் வட்டத்தின் மையத்தில் 1^0-யைத் தோற்றுவிக்கும். வளைவின் வட்ட ஆரையைக் கீழ்க்காணுமாறு கண்டுபிடிக்கலாம்:

$$\frac{\theta}{2} \text{ ஆரையன் (Radian)} = \frac{T_1 M}{T_1 O} - \frac{l/2}{r}$$

$$\text{அல்லது } \frac{\theta}{2} \text{ (ஆரை) } = \frac{l}{2r}$$

$$\text{அல்லது } \frac{\theta}{2} + \frac{\pi}{180} \text{ (பாகையில்) } = l/2r$$

$$\text{அல்லது } r = \frac{360\, l}{2\pi\theta^0}$$

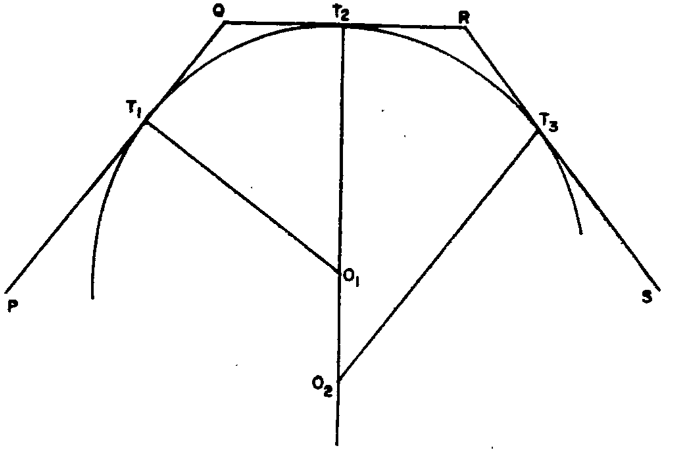
இங்கு $l = 100$ அடி.

$$\text{எனவே } r = \frac{360 \times 100}{2\pi\ \theta^0} = \frac{5730'}{\theta^0} \qquad \dots (7\text{-}12)$$

$\therefore$ 1^0 வளைவிற்கு (அதாவது $\theta = 1^0$)

$r = 5730'$

(b) கூட்டு வளைவு



படம் 7–21. கூட்டு வட்ட வளைவு

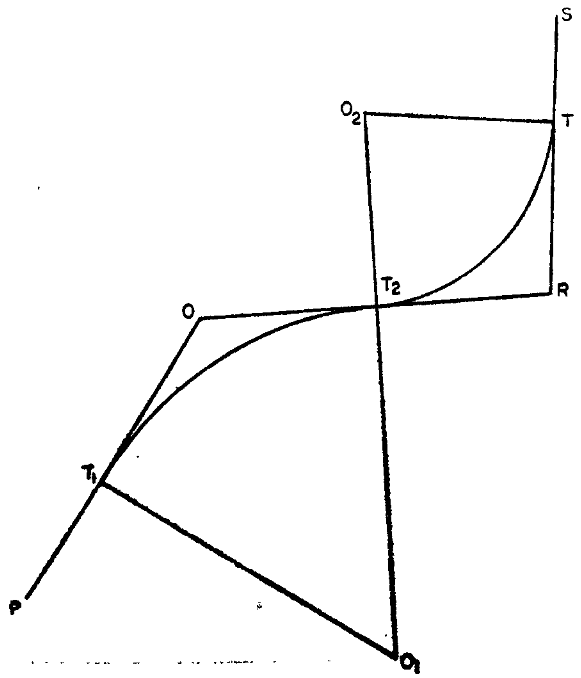
7-56. ஒரே திசையில் திரும்பும் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எளிய வளைவுகளைக்கொண்ட வளைவிற்குக் கூட்டு

வளைவு என்று பெயர். இவ் வெளிய வளைவுகள் பொதுத்தொடு கோட்டுப் புள்ளிகளில் சந்திக்கும். ஒவ்வொரு தொடுகோட்டுப் புள்ளியின் இரு புறங்களிலுமுள்ள இரு வளைவுகளும் ஒரே பொதுத்தொடு கோட்டினைப் பெற்றிருக்கும். தவிரவும், எல்லா எளிய வளைவுகளின் மையங்களும் வளைவின் ஒரு புறத்திலேயே இருக்கும்.

படம 7-21-ல் T_2 ஒரு பொதுத்தொடு கோட்டுப் புள்ளியாகும். QR இரு வளைவுகளுக்கும் ஒரு பொதுத்தொடு கோடாகும்.

(c) மறுதலை வளைவுகள்

7-57. எதிர்த்திசையில் திரும்பும் ஓர் எளிய வளைவுகளைக் கொண்ட அமைப்பினை 'மறுதலை வளைவு' எனலாம். இவ் விரு



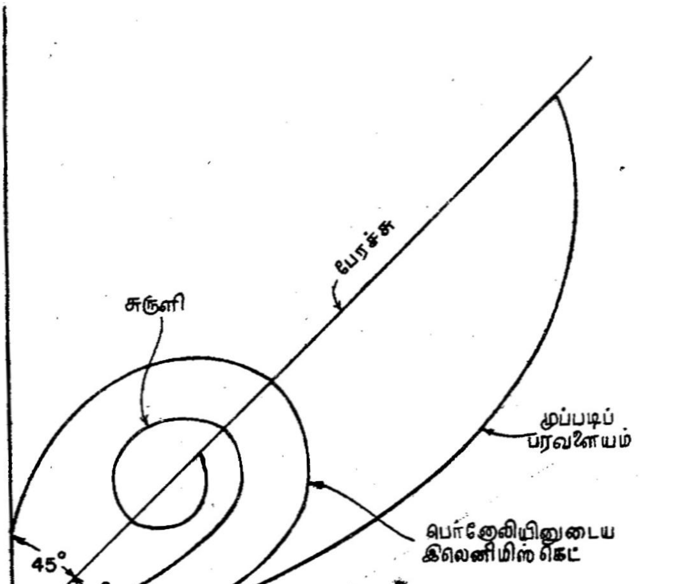
படம் 7-22.
மறுதலை வட்ட வளைவு

எளிய வளைவுகளும் ஒரு பொதுத் தொடுகோட்டுப் புள்ளியில் சந்திக்கும்.

இப் புள்ளியை 'மறுதலை வளைவுப் புள்ளி' (Point of Reverse Curve) என்பர். மேலும் மறுதலை வளைவுகளில், அதிலுள்ள எளிய வளையங்களின் மையங்கள் வளைவின் இரு புறங்களிலும் இருக்கும்.

இடைநிலை வளைவுகள்

7-58. நெடுஞ்சாலைகளில், வேறுபடும் ஆரைகளையுடைய வளைவைப் பயன்படுத்துவது வழக்கம். இடைநிலை வளைவுகளின் ஆரைகள் குறிப்பிட்டதொரு மதிப்பிலிருந்து (Finite Value) குறிப்பிட்டுக்கூற இயலாத முடிவற்ற மதிப்புவரை மாறக் கூடிய தன்மையுடையவை. எனவே, இவற்றைப் பயன் படுத்துவதன் மூலம் சாலையின் திசையை எளிதில் மாற்றலாம். இடைநிலை வளைவுகளைப் பயன்படுத்துவதால், ஊர்தியொன்று



படம் 7-23.
இடைநிலை வளைவுகளின் வகைகள்

வளைவில் நுழையும்போதும், வளைவிலிருந்து வெளிவரும் போதும், மைய விலக்கு விசையால் திடீரெனத் தாக்கப்படுவது தவிர்க்கப்படுகிறது. இவற்றைத் தொடுகோடு ஒன்றிற்கும்,

வட்ட வளையம் ஒன்றிற்கும் இடையிலாவது அல்லது கூட்டு வளைவு ஒன்றிலுள்ள இரு வளையங்களுக்கு இடையிலாவது அல்லது மறுதலை வளைவொன்றிலுள்ள இரு எதிர்த்திசை வளைவுகளுக்கிடையிலாவது பொருத்தலாம். இடைநிலை வளைவுகளாகப் பயன்படுத்தப்படும் வளைகோடுகளைப் படத்தில் காணலாம்:

7–59. இடைநிலை வளைவுகளை அமைப்பதன் நோக்கங்களாவன:

(i) தொடுநிலைக் கோட்டிலிருந்து வட்ட வளைவிற்கும், பின்னர் வட்ட வளைவிலிருந்து தொடுநிலைக் கோட்டிற்கும் இடையே படிப்படியாக நிலை மாறுவதற்கு இடைநிலை வளைவுகள் உதவுகின்றன.

(ii) தொடுபுள்ளியில் பூச்சிய மதிப்பிலிருந்து, முக்கிய வட்ட வளைவில் குறிப்பிட்ட தொரு மதிப்புவரை மிகை உயர்வை மெதுவாக அதிகரித்துச் செல்ல இவை உதவுகின்றன.

(iii) இதேபோன்று மிகை அகலத்தையும் படிப்படியாக அதிகரித்துக் செல்ல இவை துணை புரிகின்றன.

7–60. இடைநிலை வளைவு ஒன்றிற்கு இருக்க வேண்டிய இயல்புகள்:

(i) சாலையின் நேரப்பகுதியைத் தொடு புள்ளியில் சந்திக்க வேண்டும்.

(ii) வட்ட வளைவுப் பகுதியைத் தொடு புள்ளியில் சந்திக்க வேண்டும்.

(iii) வட்ட வளைவுப் பகுதியைச் சந்திக்கும் இடத்தில் இடைநிலை வளைவின் ஆரை, வட்டவளைவின் ஆரைக்குச் சமமாக இருக்கவேண்டும்.

(iv) மிகை உயர்வின் அதிகரிப்பு வீதமும், இடைநிலை வளைவின் வளைவு ஆரையினது அதிகரிப்பு வீதமும், ஒன்ருய் இருக்கவேண்டும்.

(v) இடைநிலை வளைவின் தொடக்கப் புள்ளியிலிருந்து l தொலைவிலுள்ள (வளைவின் வழியே அளக்கப்பட வேண்டும்) வளைவுமேலுள்ள புள்ளியில் ஆரை நீளம் r எனில், $l \times r$ ஒரு மாரு எண்ணுக இருக்க வேண்டும்.

இடை நிலை வளைவின் நீளம்

7-61. இடைநிலை வளைவின் நீளத்தைக் கண்டறியக் கீழ்க் காணும் முறைகள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன:

(i) ஆரை முடுக்கத்தின் மாறுதல் வீதத்தின் அடிப் படையின் கணக்கிடுதல் (Rate of change of Radial Acceleration]

(ii) மிகை உயர்வின் மாறுதல் வீதத்தின் அடிப்படையில் கணக்கிடுதல் (Rate of change of Super Elevation).

இவற்றினைப்பற்றி விரிவாகக் காண்போம்.

ஆரை முடுக்கத்தின் மாறுதல் வீதத்தின் அடிப்படையில் கணக்கிடுதல்

7-62. வட்ட வளைவில் எந்த ஒரு புள்ளியிலுமுள்ள ஆரை முடுக்கம்..

$$= \frac{v^2}{R} \text{ அடி}/(\text{செகண்டு})^2$$

இங்கு.

v = ஊர்தியின் வேகம் அடி/செகண்டு ²

R = குறிப்பிட்ட புள்ளியில் வளைவு ஆரை

ஆரை முடுக்கம் மெதுவாக மாறுதல் அடைய வேண்டுமானால், வளைவு வீதம் (Curvature) பூச்சியத்திலிருந்து முன்னரே முடிவு செய்யப்பட்ட அளவிற்குக் குறிப்பிட்டதொரு வீதத்தில் மாற வேண்டும். எனவே கொடுக்கப்பட்ட மிகச் சிறிய ஆரைக்கும், ஊர்தியின் வேகத்திற்கும் ஏற்ப, குறிப்பிட்ட தோர் ஆரை முடுக்கு மாறுதல் வீத அளவை நாம் முடிவு செய்தால், குறிப் பிட்ட இடைநிலை வளைவின் நீளத்தைப் பெறலாம்.

Ls = இடை நிலை வளைவின் நீளம் (அடியில்) எனவும்

V = ஊர்தியின் வேகம் (மைல்கள்/மணிக்கு) எனவும்

C' = ஆரை முடுக்கம் மாறும் வீதம் (அடி/செகண்டு³)

எனவும்,

P = மைய விலக்கு விசை (அடி பவுண்டில்) எனவும்,

W = ஊர்தியின் எடை (பவுண்டில்) எனவும் கொள்வோம். ஊர்தியொன்று இடை நிலை வளைவைக் கடக்க எடுத்துக் கொள்ளும் நேரம் $= \frac{Ls}{v}$ செகண்டு.

இடைநிலை வளைவின் இறுதியில் ஊர்தி உச்ச முடுக்கத்தை அடைதல் வேண்டும்.

$\therefore$ ஆரை முடுக்கம் மாறும் வீதம் $= C'$

$$C' = \frac{\text{உச்ச ஆரை முடுக்கம்}}{t}$$

$$= \frac{v^2/R}{t} = \frac{v^2}{Rt}$$

ஆனால் $t = \frac{Ls}{v}$

$$\therefore \quad C' = \frac{v^2}{R \times \frac{Ls}{v}} = \frac{v^3}{RLs}$$

அல்லது $Ls = \frac{v^3}{Rc'} = \frac{3{\cdot}16\, V^3}{Rc'}$ ... ... (7-13)

7-63. பயணிகளுக்குக் குறைந்த அளவு இடையூறு ஏற்படும் வண்ணம் C'-ன் மதிப்பைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். ஐக்கிய நாட்டிலும் C' மதிப்பு முறையே 1 அடி/செகண்டு^{3}, 2 அடி/செகண்டு^{3} எனப் பரிந்துரை செய்யப்பட்டுள்ளது. இந்திய சாலைக்குழு ஊர்தியின் வேகம் 20 மை/மணிக்கு வரையிலும் C'-ன் மதிப்பு 2·5 அடி/செகண்டு^{3} என்றும், வேகம் 60 மைல்/மணிக்கு ஆகவும் அதற்கு மேலும் இருந்தால் 1·5 அடி / செகண்டு^{3} என்றும், இடைப்பட்ட வேகத்திற்கு. கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டையும் பரிந்துரை செய்துள்ளது.

$C' = \frac{150}{40 + V}$ [வேகம் 20 மை/மணியிலிருந்து 60 மை/மணி வரையிலும்]

சான்றாக ஊர்தியொன்றின் வேகம் 50 மை/மணிக்கு என்றும், $R = 1000'$ என்றும் கொண்டால்,

$$C' \text{ மதிப்பு } \frac{150}{40+50}.$$

அதாவது $C' = \frac{150}{90} = \frac{5}{3}$ என்றாகிறது.

$$\therefore \quad Ls = \frac{3\cdot16\, V^3}{Rc'}$$

$$= \frac{3\cdot16 \times 50^3 \times 3}{1000 \times 5}$$

$$Ls = \underline{237'}$$ என்ருகிறது.

7–64. மைய விலக்கு விசைக்கும், ஊர்தியின் எடைக்குமுள்ள விகிதத்தை மைய விலக்கு விகிதம் என முன்னரே கண்டோம்.

அதாவது மையவிலக்கு விகிதம் $\frac{P}{W} = \frac{v^2}{gR}$ ஆகும்.

நடைமுறையில், மைய விலக்கு விகிதத்தின் உச்ச அளவு $\frac{1}{4}$ என எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

$$\therefore \quad v^2/gR = \frac{1}{4}$$

அல்லது $v^2 = \frac{gR}{4} = \frac{32\cdot2\ R}{4} = 8\ R$ (தோராயமாக)

அல்லது $v = \sqrt{8\ R}$

இதனைச் சமன்பாடு 7-1-ல் பிரதியிட

$$Ls = \frac{v^3}{RC'} = \frac{8^{3/2}\ R^{3/2}}{RC'}$$

$$= \frac{22\cdot63\ \sqrt{R}}{C'}$$ ஆகும். ... ... (7-14)

எனவே R–ன் மதிப்பையும், C^1–ன் மதிப்பையும் அறிந்திருந்தால், இடை நிலை வளைவின் நீளத்தைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

மிகை உயர்வு மாறும் வீதத்தின் அடிப்படையில் கணக்கிடுதல்

7-65. உச்ச மிகை உயர்வை இடைநிலை வளைவிற்குள்ளேயே அமைக்குமாறு அதன் நீளம் இருக்கவேண்டும் என்பதை இம் முறையின் அடிப்படையாகும். அதாவது மிகை உயர்வு மாறும் வீதத்தின் அளவைப் பொறுத்தே இடைநிலை வளைவின் நீளமும் மாறுகின்றது. மிகை உயர்வு (e) 1–ல் n என்ற சீரான வீதத்தில் அமைப்பதாகக் கொண்டால்,

$Ls = n \times e$ என்ற சமன்பாடு கிடைக்கிறது. (7-15)

இங்கு

Ls = இடைநிலை வளைவின் நீளம், அடியில்

1-ல் n = மிகை உயர்வு வீதம்

e = மிகை உயர்வு, அடியில்

மேற்கூறிய சமன்பாட்டில் n-ன் மதிப்பை அனுபவத்தின் அடிப்படையில் தேர்ந்தெடுப்பர்.

7-66. இரு நெறிவழிச் சாலையொன்றின் நெட்டாங்கு திசையில், அதன் வெளி விளிம்பை மையக் கோட்டிற்கு மேல் உயர்த்தவேண்டிய வீதம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளவற்றை விட அதிகமாக இருக்கக்கூடாதென இந்திய சாலைக்குழு கூறுகிறது.

சாய்வு வீதம் குறைந்த, தட்டையான திறந்த வெளியில் ... 1-ல் 150

மலைப்பாங்கான இடங்களில் ... 1-ல் 60

நகர்ப்புறங்களில் ... 1-ல் 100

மேற்கூறிய இருமுறைகளும் நடைமுறையில் பெரிதும் பின்பற்றப்பட்டு வருகின்றன.

எடுத்துக்காட்டு :

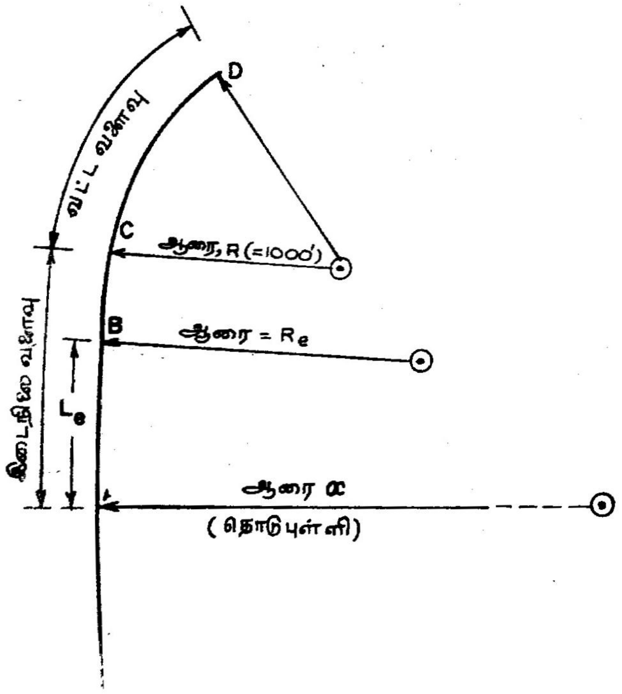
7-67. கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள தக்வல்களின் அடிப்படையில் இடைநிலை வளைவின் நீளத்தைக் காண்க:

ஊர்தி வழியின் அகலம்	= 22′
மிகை அகலம்	= 4′
மிகை உயர்வு வீதம்	= 1-ல் 15 (உச்சமிகை உயர்வு).
ஊர்தி வேகம்	= 50 மை/மணிக்கு
வளைவு ஆரையின் நீளம்	= 1,000′
சாலை செல்லும் பகுதி	= சமவெளி.

தீர்வு

மிகை அகலமான 4′ A-யிலிருந்து B-வரை படிப்படியாக அமைக்கப்படுகிறது. B-என்ற இடத்தில் மிகை அகலமும்,

மிகை உயரமும் அமைப்பாண்மை செய்யப்பட்ட அளவிற்கு இருக்கும். படம் 7–24.



படம் 7-24.
இடைநிலை வளைவின் நீளம் காணல்

எனவே,

வளைவுப் பகுதியில் ஊர்தி வழியின் மொத்த அகலம்	$= 22 + 4$
	$= 26'$
பாதி அகலம்	$= 13'$
மிகை உயர்வு வீதம்	$= \frac{1}{15}$
∴ சரலை மத்தியிலிருந்து வெளி விளிம்பின் உயர்வு	$= 13 \times \frac{1}{15}$
	$= \frac{13'}{15}.$

சாலை சமவெளிப் பகுதியில் செல்வதால், அதன் வெளி விளிம்பு மையக் கோட்டிற்கு மேல் 1–ல் 150 என்னும் வீதத்தில் உயர்ந்திருக்கவேண்டும். மிகை உயர்வு மாறும் வீதத்தில் கணக்கிட்டால்,

மேற்கூறிய உயர்வை அடைவதற்குத் தேவையான இடைநிலை வளைவின் நீளம் Le $\left.\right\} = \frac{13}{15} \times 150$

$= 130'$

வளைவின் நீளம் Le ஆக இருக்கையில்,

அதன் ஆரை Re என இருக்கட்டும்.

$\therefore \quad Re = \frac{3V^2}{80\,e}$ (சூத்திரம் 7-10).

$= \frac{3}{80} \times \frac{V^2}{1/15}$

$= \frac{45}{80} \ V^2 = \frac{9}{16} \ V^2$

இடைநிலை வளைவின் அடிப்படை இயல்பு $l \times r$ ஒரு மாரு எண் என்பதாகும்.

எனவே,

$Le \times Re \quad = Ls \times R$

$130 \times \frac{9}{16} V^2 = Ls \times 1{,}000$

$\therefore \quad Ls \quad = \frac{130 \times 9 \times 50^2}{16 \times 1{,}000}$

$= 182{\cdot}8''$.

(2) முதல் முறைப்படி கணக்கிடுதல் :

$Ls = \frac{3{\cdot}16}{Rc'} V^3$ (சூத்திரம் 7-13).

$= \frac{3{\cdot}16 \times 50^3}{1{,}000 \times 5/3} \quad \left[C' = \frac{150}{40+V} = \frac{150}{40+50} = \frac{5}{3} \right]$

$= \frac{3{\cdot}16 \times 50^3 \times 3}{1{,}000 \times 5}$

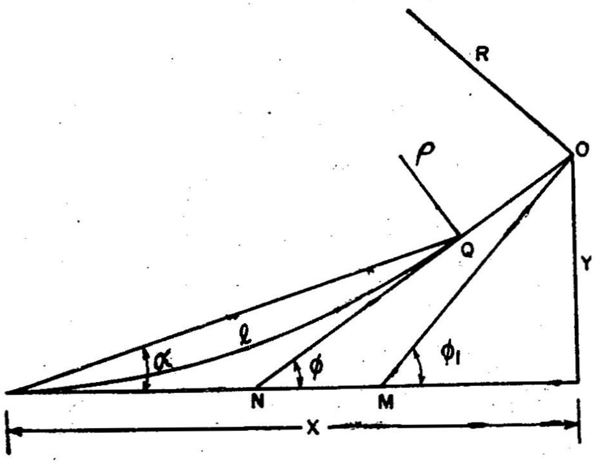
$= 237{\cdot}5'$

மேற்கண்ட சூழ்நிலைகளில் இந்திய சாலைக்குழு 250 அடி நீளத்தைப் பரிந்துரைக்கிறது. எனவே, இடைநிலை வளைவின் நீளம் குறைந்தது 250 அடி இருக்குமாறு அமைக்கவேண்டும்.

முக்கியமான சில இடைநிலை வளைவுகளின் சமன்பாடுகள்

சுருளி (Spiral)

7-68. சுருள் வளைவின் மேலுள்ள எந்த ஒரு புள்ளியிலுமுள்ள வளைவு ஆரை (R), வளைவின் ஆரம்பத்திலிருந்து அப்புள்ளியின் தூரத்திற்கு (l) நேர்மபருன விகித சமத்திலிருக்கும். எனவே, முடுக்கு மாறுவீதம் ஒரே சீராக இருக்கும்.



படம் 7-25.
'சுருளி' இடைநிலை வளைவு.

படத்தில்,

T = இடைநிலை வளைவின் ஆரம்பப்புள்ளி.

TP = தொடக்கத் தொடுகோடு.

O = வட்ட வளைவும், இடைநிலை வளைவும் சந்திக்கும் புள்ளி.

R = வட்ட வளைவின் ஆரை.

Q = இடைநிலை வளைவின் மேலுள்ள ஒரு புள்ளி.

P = Q என்னும் புள்ளியிலுள்ள இடைநிலை வளைவு ஆரை.

L = தொடக்கப் புள்ளியிலிருந்து Q என்னும் புள்ளி வரையிலுமுள்ள இடைநிலை வளைவின் நீளம்.

Ls = இடைநிலை வளைவின் முழுநீளம்

ϕ = Q புள்ளியிலுள்ள தொடு கோட்டிற்கும், தொடக்கத் தொடு கோட்டிற்கும் இடையிலுள்ள கோணம்.

ϕ = O புள்ளியிலுள்ள தொடு கோட்டிற்கும், தொக்கடத் தொடு கோட்டிற்கும் இடையிலுள்ள கோணம். இதனைச் சுருளிக் கோணம் என்பர்.

சுருளி வளைவின் வரையறையிலிருந்து.

$$\rho \propto \frac{1}{l}$$

அல்லது $\frac{1}{\rho} = C_1 \, l$.

இங்கு,

C_1 என்பது ஒரு மாறு எண்.

ஆனல் எல்லா வளைவுகளிலும், வளைவு வீதம்

$$= \frac{d\phi}{dl} = \frac{1}{P}$$

$$\therefore \quad d\phi = \frac{1}{P} \cdot dl$$

தொகை காணில் (Integerating)

$$\phi = \frac{C_1 \, l^2}{2} \times C_2 \text{ (ஒரு மாறு எண்)}$$

ஆனல் $l = 0$ எனில் $\phi = 0$.

எனவே $C_2 = O$.

அதாவது $\phi = \frac{C_1 \, l^2}{2}$ ... (7-16)

'O' என்ற புள்ளியில்,

$$l = Ls \, ., \, P = R \, ., \, \phi + \phi_1$$

$$\therefore \quad \frac{1}{R} = C_1 \, L \text{ அல்லது } C_1 = \frac{1}{RL}$$

$$\text{எனவே } \phi_1 = \frac{1}{RL} \times \frac{L^2}{2} = \frac{L}{2R}$$

C_1 மதிப்பைச் சமன்பாடு 7-16-ல் பிரதியிட.

$$\phi = \frac{1}{RL} \times \frac{l^2}{2} = \frac{l^2}{2RL}$$

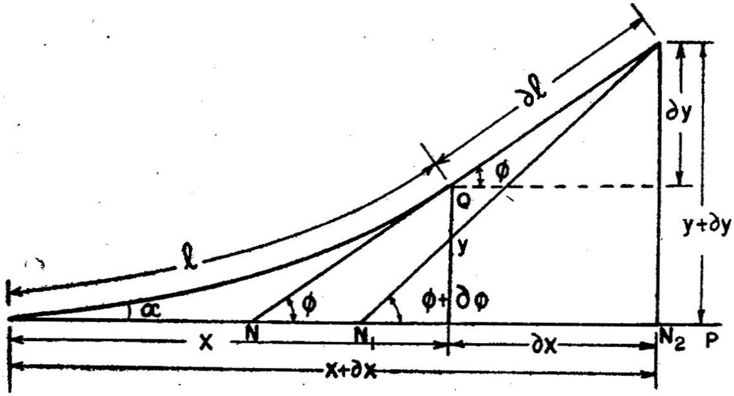
$$\therefore \quad l = \sqrt{2RL\phi} \qquad \text{... (7-17)}$$

$$= C\sqrt{\phi}$$

இங்கு $C = \sqrt{2\ RL}$ ஆகும்.

சமன்பாடு 7·17ஐ இலட்சிய இடைநிலை வளைவின் சமன்பாடு எனலாம்.

தேக்காட்டின் ஆயக்கூறுகள் (Cartesian Co-Ordidates)



படம் 7-26.
சுருளியின் ஆயக்கூறுகள்

7-69. படம் 7 26-லிருந்து.

$\delta x = \delta l \cos\phi$

$\delta y = dl \sin\phi.$

என்னும் இரு சமன்பாடுகள் கிடைக்கின்றன. இவற்றில் δl-ன் மதிப்பை பிரதியிட்டு, $\sin\phi$ $\cos\phi$ ஆகியவற்றை விரித்துப் பின்னர்த் தொகை கண்டால், இலட்சிய இடைநிலை விளைவினது தேக்காட்டின் ஆயக்கூறுகள் கிடைக்கும்:

அதாவது,

$$x = \sqrt{2\ RL}\ \ \sqrt{\phi} \quad \left(1 - \frac{\phi^2}{10} \times \frac{\phi^4}{216} - ...\right) \qquad \text{... (7-18)}$$

$$y = \sqrt{2RL}\ \sqrt{\phi}\ \left(\frac{\phi}{3} - \frac{\phi^3}{42} + \dots\right) \qquad \dots \quad (7\text{–}19)$$

$$\tan \alpha = \frac{\phi/3 - \phi^3/42 + \dots}{1 - \phi^2/10 + \dots} \qquad \dots \quad (7\text{-}20)$$

எளிதில் கணக்கிடுவதற்கும், சாலை அமைக்கவேண்டிய இடத்தில் எளிதில் வளைவினைக் குறிப்பதற்கும் ஏற்ற வகையில் தோராயமாக்கப்பட்டுள்ளன. நடைமுறையில் பெரிதும் பயன் படும் இருவகை இடைநிலை வளைவுகளின் சமன்பாடுகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன :

(2) முப்படிச் சுருளி (Cubic Spiral)

7-70. படம் 7-26–ல் $\delta y = \delta l \sin \phi$ எனக் கண்டோம்.

கோணம் ϕ சிறியதாக இருந்தால்,

$\sin \phi = \phi$ (தோராயமாக)

$$\therefore\ \delta y = \delta l \cdot \phi = \frac{l^2}{2RL} \cdot \delta l$$

$$\therefore\ y = \frac{l^3}{6RL} \dots \qquad \dots \quad (7\text{–}21)$$

மேலும்,

$$\tan \alpha = \frac{\phi/3 - \phi^3/42}{1 - \phi^2/10} \qquad \text{(சமன்பாடு 7–20)}$$

$$= \phi/3\ [1-\phi^2/42]\ [1-\phi^2/10]^{-1}$$

$$= \phi/3\ [1-\phi^2/42]\ [1 + \phi^2/10] \quad \text{(தோராயமாக)}$$

$$= \phi/3\ [1+\phi^2/35 - \frac{\phi^4}{140} + \dots]$$

$$= \frac{\phi}{3} \times \frac{\phi^3}{105} - \dots$$

இது $\tan \frac{\phi}{3}$ ஐ விரிப்பதால் கிடைக்கப்பெறும் முடிவிற்குத் தோராயமாகச் சமமாகிறது.

அதாவது $\tan \dfrac{\phi}{3} = \phi/3 + \phi/81 + \dots$

ϕ சிறியதாக இருப்பதால்,

$$\tan \alpha = \tan \phi/3 \ \text{(தோராயமாக)}$$

அதாவது $\alpha = \phi/3$ (தோராயமாக)

$$\alpha = \frac{l^2}{6\,RL} \qquad \dots \quad (7\text{-}22)$$

(3) முப்படிப் பரவளையம் (Cubic Parabola)

7-71. $\cos\phi = 1$ என்றும் $\sin\phi = \phi$ எனவும் கொண்டால்,

$dx = dl \cos\phi$ என்பது.

$dx = dl$ என்று ஆகிறது.

அதாவது,

$x = l$ என்றுகிறது. இதேபோல்.

$dy = dl \sin\phi$ என்பது,

$dy = dl\,\phi$ என்று அகிறது.

அதாவது,

$$dy = l^2/2\,RL + \delta l$$

$$\therefore\ y = \frac{l^3}{6RL} = \frac{x^3}{6\,RL} \text{ என்றுகிறது.}$$

தவிரவும்,

$$\alpha = \frac{x^2}{6RL}$$

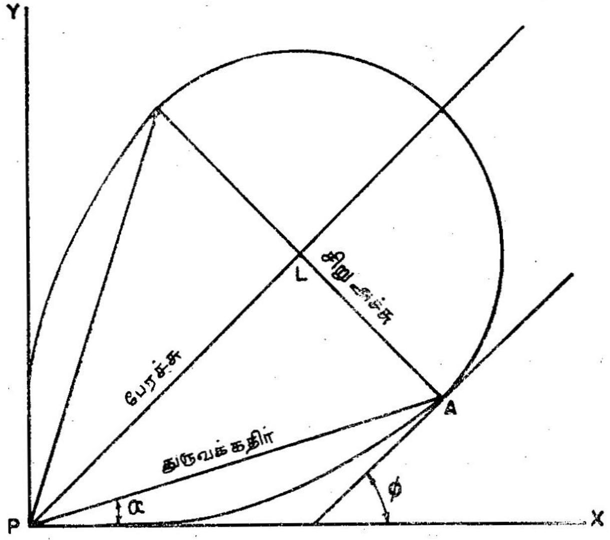
(சமன்பாடு 7-22-லிருந்து கிடைக்கிறது.) ... (7-23)

இதனைப் 'ஃப்ரௌட்ஸினது இடைநிலைவளைவு' என்றும் வழங்குவர் (Froude's Transition Curve).

7-72. முப்படிச் சுருளி வளைவில் $\sin\phi = \phi$ என்று மட்டுமே வைத்துக்கொள்கிறோம். ஆனால், முப்படிப் பரவளையத்திலோ $\sin\phi = \phi$ எனவும், $\cos\phi = 1$ எனவும் வைத்துக்கொள்கிறோம். தவிரவும், சைன் (sine) தொடர்ச்சியைவிட கோசைன் தொடர்ச்சி மெல்லக் குவியும் தன்மையுடையது (Less rapidly convergent). எனவே, பிழையும் சற்று அதிகமாகவே இருக்கும். எனவே, இவ் விரு இடைநிலை வளைவுகளில் முப்படிச் சுருளியே முப்படிப் பரவளையத்தைவிட சிறந்ததாகும்.

7-73. மேற்கூறிய இடைநிலை வளைவுகளைத் தவிர, மற்று மோர் இடைநிலை வளைவு வழக்கத்தில் உள்ளது. இதனைப் 'பெர்னோலியினுடைய இலெமினிஸ்கெட்' (Bernoulli's Lemniscate) இடைநிலை வளைவு என்பர்.

படத்தில் OT-என்னும் கோடு துருவ அச்சாக (Polar Axis) விளங்குகிறது. இத் துருவ அச்சு வளைவிற்குத் தொடு



படம் 7–27.
இலெமினிஸ்கெட் இடை வளைவு.

கோடாகவும், பேரச்சுக்கு 45^0 கோணத்திலும் இருக்கும். பேரச்சுக்கு சமச்சீராக விளங்குவதாலும், தொடு கோடுகளுக்கு இடையே அதிக அளவு விலகு கோணம் (Deflection Angle) உள்ள இடங்களில் எளிதில் அமைக்க இயலுவதாலும், இலெமினிஸ்கெட் வளைவுகளை அண்மைக்காலத்தில் இருப்புப் பாதை வளைவுகளிலும், சாலைகளிலும் பெரிதும் பயன்படுத்துகின்றனர். சுருளி வளைவினை விடக் கீழ்க்காணும் கோணங்களில் இலெமினிஸ்கெட் சிறந்ததாகும்:

(i) நீளம் குறையக் குறைய வளைவு ஆரையின் நீளமும் மிகவும் சீராகக் குறைகிறது.

(li) தடை ஏதுமின்றித் திரும்பும் பாதையை இது ஒத்திருக்கிறது. எனவே, இஃது ஓர் இயற்கையான வளைவாகும் (Autogenous Curve).

(iii) இவ் வளைவை துருவ ஆயக்கூறுகளினால் எளிதில் குறிக்கலாம்.

(iv) சுருளி, முப்படிச் சுருளி, முப்படிப்பரவளையம் ஆகிய இடைநிலை வளைவுகளில் ∠ தோராயமாக மட்டுமே

$\phi/3$-க்குச் சமமாக இருக்கிறது. ஆனால் இலெமினிஸ்கெட் வளைவிலோ α துல்லியமாக $\phi/3$-க்குச் சமமாக இருக்கும்.

7–74. இலெமினிஸ் கெட் துருவ அச்சுச் சமன்பாடு:

$P^2 = a^2 \sin 2\alpha$ என்பதாகும். ... (7–24)

இங்கு,

P = துருவக் கதிர் அல்லது ஆரைத்திசை (படத்தில் OR) (Polar ray or Radius Vector)

α = துருவ விலகுக் கோணம் (Polar Deflection Angle)

a = பேரச்சு நீளம் (படத்தில் OC).

$\alpha = \phi/3$ (துல்லியமாக)

சமன்பாடு 7-24-ல் இருந்து வளைவின் நீளம் அறியமுற்படும்போது, எளிதில் குவியாத தொடர் ஒன்று கிடைப்பதால், பேராசிரியர் F. G. இராயல் டௌசன் (Prof. Royal Dawson) என்பார் கீழ்வரும் சூத்திரத்தை நல்கியுள்ளார்:

இலெமினிஸ்கெட் வளைவின் நீளம்,

$L = 6\, r\, \alpha \sqrt{\cos \alpha}\, \cos K\alpha$ ... ... (7–25)

இங்கு,

L = வளைவு நீளம்

r = வளைவு ஆரை.

K = α-வின் மதிப்பிற்கேற்ப மாறும் எண்.

கீழ்க்காணும் அட்டவணை α-வின் மதிப்பையும், அதற்கேற்ற K-வின் மதிப்பையும் தருகிறது.

அட்டவணை 7-7.

α	K	α	K	α	K
5°	0·190	20°	0·181	35°	0·168
10°	0·187	25°	0·177	40°	0·163
15°	0·184	30°	0·173	45°	0·159

α–வின் உச்ச அளவு 45° . எனவே, $\sqrt{\cos \alpha \quad \cos K \alpha}$ எப்பொழுதும் ஒன்றைவிடக் குறைந்தே இருக்கும்.

$$\therefore l = 6r\,(\alpha - Nl).$$

சிறிய விலகுக் கோணங்களுக்கு,

$$l = 6r\alpha \;(\alpha : \text{ஆரையன்களில்})$$

வளைவின் முடிவில் $r = R$., $l = Ls$; $\phi = \phi_1 = 3\alpha$ ஆகும்.

இடைநிலை வளைவுகளை ஒப்பிடுதல்

7-75. விலகுக் கோணம் (α) 4°–க்குச் சமமாகவோ அன்றி அதற்குக் குறைந்தோ இருக்கும் வரையில், சுருளி, முப்படிப் பரவளைவு, இலெமினிஸ்கெட் வளைவு ஆகியவற்றில் அதிக அளவு வேறுபாடு இல்லை.

7–76. சுருளி ஒன்றே R_L= நிலையெண் என்னும் சமன்பாட்டிற்கு ஒத்துவருகிறது. எனவே, அதன் முழு நீளத்திற்கும் முடுக்கு மாறும் வீதம் சீரான அளவினதாய் இருக்கிறது. எனவே பயணிகளின் வசதியைப் பொறுத்தமட்டில் இவ் வளைவே சிறந்ததாகும். எனினும் $\phi = 20^{\circ}$ வரையிலும் தான் $\alpha \approx \phi/3$ என இருக்கும். அதற்கு மேற்பட்ட கோணங்களில் $\alpha = \phi/3 - N_s$ என்றாகிறது. [N_s = ஒரு மாறு எண். பேராசிரியர் இராயல் டௌசன் தயாரித்துள்ள வரைபடத்தின் மூலம் இதை அறியலாம்]. இஃது ஒன்றைத் தவிரச் சுருளி வளைவில் வேறு குறை ஏதுமில்லை. இவ்வகை வளைவுகளை எளிதில் அமைக்கலாம்.

7–77. முப்படிப் பரவளைவில் 4° வரையிலும்தான் வளைவாரை நீளம் வளை நீளத்திற்கு எதிர் விகிதத்தில் இருக்கும். 4°–க்கு மேல் விலகுக் கோணம் இருந்தால், அப் பகுதிகளில் வளைவாரையின் நீளம் வெகு வேகமாகக் குறைகிறது; எனவே, விலகுக்கோணம் 4° வரையிலும் முப்படிப் பரவளைவைப் பயன்படுத்தலாம். ஆனால், நெடுஞ்சாலைகளில் 4°–க்குக் குறைவான வளைவுகள் அதிக அளவு இருப்பதில்லையாதலின், இவற்றைப் பெரிதும் பயன்படுத்த இயலுவதில்லை. இருப்புப் பாதைகளில் 4°-க்குக் குறைவான வளைவுகள் நிறைய இருப்பதால், இருப்புப் பாதை இடைநிலை வளைவுகளில் பயன்படுகிறது.

7–78. இலெமினிஸ்கெட் வளைவுகளில் வளைவு ஆரை வளை நீளம் அதிகரிக்கையில் விரைந்து குறைவதில்லை. இறுதியில்

தான் [$\measuredangle > 30°$] விரைந்து குறைகிறது. மேலும், இலெமினிஸ்கெட் வளைவுகளில் அதன் நீளம் முழுமைக்கும் $\measuredangle = \frac{\phi}{3}$ ஆகும். எனவே, சாலை அமைவிடத்திலேயே எளிதில் கணக்கிட இயலும்.

வளைவு ஆரை (Radius of Curve)

7–79. வளைவு ஆரைகளின் நீளம் இயன்றளவு அதிகமாக இருந்தால், ஊர்தி தங்குத் தடையின்றி செல்ல வசதியாக இருக்கும். தவிரவும், மிகை உயர்வின் வீதமும் குறைகின்றது. $R = 0{\cdot}31V^2$ (சமன்பாடு /–11) என முன்பே கண்டோம். இந்திய சாலைக்குழு கீழ்க்காணும் மிகமிகக் குறைந்த (Absolute Minimum) ஆரைகளையும், நடைமுறையில் பெரிதும் பின்பற்றப்படும் 'வழக்கு ஆரைகளையும்' (Ruling Radius) பரிந்துரை செய்துள்ளது.

அட்டவணை 7-8.

ஊர்தியின் வேகம் மை/ம	சமவெளிப் பகுதி		மலைப்பாங்கான பகுதி		வழக்கு ஆரை அடியில்
	மிகமிகக் குறைந்த ஆரை (அடியில்)	வழக்கு ஆரை	ஊர்தியின் வேகம் மை/ம	மிகமிகக் குறைந்த ஆரை அடியில்	
50	800	1100	30	300	400
40	500	800	25	200	300
30	300	500	20	150	200
20	150	300	15	100	150

கிடை வளைவுகளைத் தேர்ந்தெடுத்தல்

7-80. மாட்டு வண்டி போன்ற மெதுவாகச் செல்லும் ஊர்திகள் பயன்படுத்தும் பாதைகளில் எளிய வட்ட வளைவுகளை அமைக்கலாம். விரைந்து செல்லும் ஊர்திகள் நிறைந்த இடங்களிலும், வளைவு ஆரைகள் 1000′-க்குக் குறைவாயுள்ள இடங்களிலும் இடைநிலை வளைவுகளை இருபுறமும் கொண்ட வட்ட வளைவினைப் பயன்படுத்தலாம். 1,000 அடிக்கு மேற்பட்ட

ஆரைகளவுடைய வளைவுகளில் இடைநிலை வளைவுகள் வேண்டுவதில்லை. இட இயல்பினால் கூட்டு வளைவுகளை அமைக்க வேண்டிய அவசியம் நேரிட்டாலொழிய, சாதாரணமான நிலைகளில் அவற்றை அமைப்பது நன்றன்று. கூட்டு வளைவினை அமைக்கவேண்டி இருப்பின், அதிகமான ஆரையுடன் அதனைத் தொடு கோட்டிலிருந்தே தொடங்கிய பிறகு வேண்டுமானால் ஆரையின் அளவைக் குறைத்துக் கொள்ளலாம். மேலும், எடுத்துள்ள இரு வளைவுகளது ஆரைகளின் வித்தியாசம் இயன்றவரை குறைந்தே இருக்க வேண்டும். அப்பொழுது தான் மைய விலக்கு விசையில் நிகழும் வேறுபாடு பயணிகளைப் பாதிக்காது. முற்றூடான தடங்களில் மறுதலை வளைவுகளைப் பயன்படுத்துதல் கூடாது. ஏனெனில், அவை சந்திக்கும் இடத்தில் மிகை உயர்வைச் சரிவர அமைக்க இயலுவதில்லை. மலைச்சாலைகளில் மறுதலை வளைவுகள் அமைக்க வேண்டி இருப்பின், அதன் இரு வளைவுக் கூறுகளுக்குமிடையே நேரான பகுதியைப் பொருத்துதல் சிறப்பு. இதனால் மிகை உயர்வை மறுதலை வளைவின் முழு நீளத்திற்கும் செம்மையாக அமைக்க முடியும்.

பார்வைத் தூரங்கள் (Sight Distances)

7–81. [15] சாலையில் குறுக்கிடும் தடைகளைக் காண இயலும் தூரத்தைப் பொறுத்தே ஊர்தியொன்றின் பாதுகாப்பும், விரைந்து செல்லும் திறனும் அமையும். எனவே, போதிய காட்சிநிலை மிகவும் இன்றியமையாததாகிறது.

7–82. பார்வைத் தூரங்களைப் பற்றிய ஆய்வினை இருவித அடிப்படைகளின் மீது அமைத்துக் கொள்ளலாம். ஒன்று: தடையொன்றின் மீது மோதுவதற்கு முன் ஊர்தியை முழுமையாய் நிறுத்த வேண்டியிருக்கும் நிலை. இந் நிலையில், அமைப்பாண்மை வேகத்தில் சென்று கொண்டிருக்கும் ஓட்டுநர் சாலைமீதுள்ள தடையைப் பார்த்தவுடன் அதன் மீது மோதாமல் ஊர்தியைக் கட்டுப்படுத்தும் அளவிற்குக் காட்சி கிடைக்க வேண்டும். இதனை ‘நிறுத்துத் தூரம்’ (Stopping Distance) எனலாம். இரண்டு: தனது திசையிலேயே மெல்லச் சென்று கொண்டிருக்கும் மற்றோர் ஊர்தியை, போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்குத் தடையோ அன்றி குறுக்கீடோ ஏற்படா வண்ணம் ஓட்டுநர் முந்துதற்குரிய பார்வைத் தூரமாகும். இதனை ‘முந்துதற்குரிய பார்வைத் தூரம்’ (Overtaking Sight Distance) எனலாம்.

நிறுத்துத் தூரம் (Stopping Distance)

7–83. தடையொன்றை ஓட்டுநர் அறிந்து கொண்டதிலிருந்து ஊர்தியை முழுமையாய் நிறுத்தும் வரையிலுள்ள தூரத்தினை 'நிறுத்தும் தூரம்' என்று கூறலாம். இது கீழ் வரும் காரணக் கூறுகளைச் சார்ந்துள்ளது:

(i) ஓட்டுநர் கவனித்து உணர்வதற்காகும் நேரம்.

(ii) உணர்ந்ததும், ஓட்டுநர் ஊர்தியின் தடைபோடும் கருவியை இயக்கத் தொடங்கும் நேரம்.

(iii) ஊர்தியின் தடைபோடும் கருவியின் திறன்.

(iv) சாலைக்கும், டயருக்கும் இடையே இருக்கும் உராய்வின் அளவு.

7–84. 'கண்டு உணரும் நேரம்' (Perception Time) என்பது ''சராசரித் திறனுள்ள ஓட்டுநர் ஒருவர் குறுக்கிடும் தடையைக் கண்களால் கண்டு, அதன் தன்மையை மனத்தில் உணர்ந்து தடைபோடும் கருவியை இயக்கவோ அல்லது தடையைத் தவிர்க்க மற்றச் செயல்களை மேற்கொள்ளத் தொடங்கவோ ஆகும் நேரம்'' ஆகும். சாலையொன்றில் இயல்பான நிலைமைகளில் எதிர்பாராத வகையில் தடை அமைந்திருக்கக் கூடும். கவனித்து உணர்வதற்கு ஆகும் நேரம் பலவகைக் காரணக் கூறுகளைச் சார்ந்திருக்கிறது. சான்றாக ஊர்திக்கும் தடைக்கும் இடையே உள்ள தூரம், தடையின் நிறம், சாலை நிலைமை, காட்சி நிலை, ஓட்டுநரின் சுறுசுறுப்பு பார்க்கும் திறன் போன்றவற்றைச் சார்ந்திருக்கிறது. ஆபத்தொன்றினைக் கவனித்து உணர்ந்தபின் தடைபோடும் கருவியை ஓட்டுநர் இயக்க முற்படுவார். ஆபத்தினை உணர்தல், தடைபோடும் கருவியை இயக்கத் தொடங்குதல் ஆகிய இரண்டனுக்கு முள்ள கால இடைவெளியைக் 'கால் இயங்கும் நேரம்' (Foot-Reaction Time) எனலாம். கவனித்து உணரும் நேரமும், தடைக் கருவியை இயக்கத் தொடங்கும் நேரமும் ஒன்றோடு ஒன்று சம்பந்தம் உள்ளவை. இவ்விரண்டினையும் இணைத்துக் கிடைக்கும் கால இடைவெளியை 'எதிர்வினை நேரம்' என்கிறோம். அதாவது,

எதிர்வினை நேரம் = கண்டு உணரும் நேரம் + கால் இயங்கும் நேரம்.

நடைமுறையில் இவ் விரண்டையும் ஒன்றாகவே இணைத்து எண்ணுவர். மணிக்கு 50 மைல் வேகத்தில் செல்

பவருக்கு எதிர்வினை நேரம் 2·5 செகண்டுகள் எனவும், 30 மைல் வேகத்தில் செல்பவருக்கு 3 செகண்டுகள் எனவும் அறிகிறோம். சிக்கலான சூழ்நிலைகளில் இக் கால இடைவெளி மேலும் அதிகரிக்கக் கூடும். எதிர்வினை நேரத்தில் ஊர்தி கடக்கும் தூரத்தை 'எதிர்வினைத் தூரம்' (Reaction Distance) என்பர். இத் தூரத்தைக் கணக்கிடக் கீழ்வரும் சமன்பாடு பயன்படுகிறது:

எதிர்வினைத் தூரம் = $1 \cdot 47\ Vt$ (அடியில்) ... (7–26.)

இங்கு V = ஊர்தியின் வேகம் மை/மணிக்கு

t = எதிர்வினை நேரம், செகண்டில்.

7-85. இதற்குப் பிறகுதான் ஓட்டுநர் தடைபோடும் கருவியை இயக்குகிறார். ஊர்தியின் வேகம் குறைகிறது. சிறிது தூரம் சென்றபின் நிற்கிறது. டயருக்கும். சாலையின் மேற்பரப்பிற்கும் இடையே எழும் உராய்வுத் தடையைப் பொறுத்தே தடைக்கருவியை இயக்குவதால் விளையும் விளைவு இருக்கும். சாலைக்கும் ஊர்தியின் டயருக்கும் இடையே உள்ள உராய்வு எண் கீழ்வரும் காரணக் கூறுகளால் பாதிக்கப்படுகிறது.

(i) சாலை மேற்பரப்பின் வகை, நிலைமை ஆகியவை.

(ii) சாலை மேற்பரப்பில் உள்ள ஈரம், பனி, மண் ஆகியவை.

(iii) ஊர்தி டயர்களின் மேற்பரப்பிலுள்ள டிரட் (Tread).

(iv) ஊர்தி டயர்களின் காற்றழுத்தம்.

இந்தியச் சூழ்நிலைக்கேற்ப, உராய்வு எண் மதிப்பு 0·4 என இந்திய சாலைக்குழு பரிந்துரை செய்துள்ளது.

7-86. உராய்வு செய்யும் வேலையையும், ஊர்தியின் இயக்க ஆற்றலையும் (Kinetic Energy) சமன்படுத்துவதன் மூலம், தடைபோட்ட பிறகு ஊர்தி செல்லும் தூரத்தைக் கணக்கிடலாம். இதனைத் 'தடையிடும் தூரம்' (Braking Distance) எனலாம்.

f = டயர்களுக்கும், சாலை மேற்பரப்பிற்கும் இடையே எழும் உராய்வு எண் எனவும்,

W = ஊர்தியின் எடை எனவும்,

d = வேகக் குறைப்பில் ஊர்தி சென்ற தூரம் எனவும்,

$v =$ அதே நேரத்தில், ஊர்தியின் விரைவு

(அடி/செகண்டு) எனவும்.

$= [1{\cdot}47\ V\ (V$ மை/ம$)]$ ஆகும்

$g =$ ஈர்ப்பு விசை முடுக்கம் $= 32{\cdot}2$ அடி/செகண்டு^{2}

எனவும் கொள்வோம்.

வேகக் குறைப்பின்போது உராய்வு விசை ஒரே சீரான வீதத்தில் இருப்பதாகக் கொண்டால்,

$f.\ w.\ d$ (உராய்வினால் செய்யப்பட்ட வேலை) $= \frac{1}{2} W \frac{v^2}{g}$

(ஊர்தியின் இயக்காற்றல்)

அல்லது $d = \frac{v^2}{64{\cdot}4f}$

$= \frac{V^2}{29{\cdot}9\ f} = \frac{V^2}{30\ f}$ (தோராயமாக)...(7-27)

இச் சமன்பாடு சமதளச் சாலைகளுக்கு மட்டுமே பொருந்தும். சாய்தளத்தில் உள்ள சாலைகளின் இச் சமன்பாடு கீழ்வருமாறு மாற்ற முறுகிறது:

$D = \frac{V^2}{30\left(f \pm \frac{n}{100}\right)}$ இங்கு n : நெட்டாங்குச் சாய்வு வீதம், சதவீதத்தில்.

... (7–28)

இச் சமன்பாட்டில் (7-28), மேல் நோக்கிச் சாய்ந்துள்ள தளத்திற்குக் கூட்டல் குறியும், கீழ்நோக்கிச் சாய்ந்துள்ள தளத்திற்குக் கழித்தல் குறியும் பயன்படுத்த வேண்டும்.

7-87. ஓட்டுநர் ஒருவர் வழியில் குறுக்கிடும் ஆபத்தினை அறிந்ததிலிருந்து, ஊர்தியை முழுமையாய் நிறுத்துவது வரையிலும் ஊர்தி கடந்த தூரத்தினை நிறுத்துத் தூரம் என்கிறோம். அதாவது எதிர் வினைத் தூரம், தடையிடும் தூரம் ஆகிய இரண்டினையும் கொண்டதே நிறுத்துத் தூரம் ஆகும். வெவ்வேறான வேகங்களுக்குத் தேவையான தூரங்களைப் பின்வரும் அட்டவணையில் காண்க

அட்டவணை 7-9.

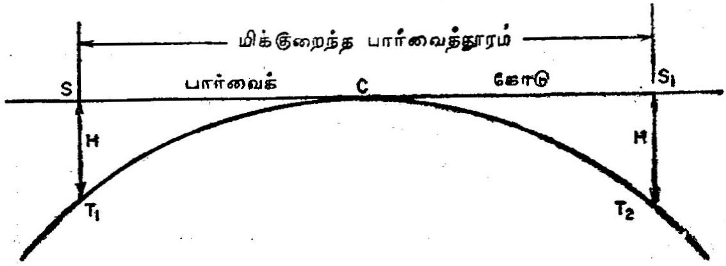
வேகம்								
	மைல்கள்/மணிக்கு V	15	20	25	30	35	40	50
	அடி/செகண்டு v	22	29.33	36.67	44	51.33	58.67	73.33
எதிர்வினை நேரம் t (செகண்டு)		3.00	3.00	3.00	3.00	2.87	2.75	2·5
எதிர்வினைத் தூரம் ($4{\cdot}47\ V t$) அடியில்		66	88	110	132	148	161	183
தடையிடும் தூரம் $\frac{V^2}{64 f}$ அடியில் $f = 0{\cdot}4$		18	33	52	76	103	134	209
நிறுத்துத் தூரம் Ds (அடியில்) $=(1{\cdot}47\ V t + v^2/_{64 f})$		84	121	162	208	251	295	392
நிறுத்துத் தூரம் (முழுமை செய்த பின்)		90	120	160	200	250	300	400

15

மிகக் குறைந்த பார்வைத்தூரம் (Minimum Sight Distance)

7–87. அமைப்பாண்மை செய்யப்பட்ட வேகத்தில் சென்று கொண்டிருக்கும் ஊர்தியினை நிறுத்துதற்கு ஆகும் மிகக் குறைந்த தூரத்தினை 'மிகக் குறைந்த பார்வைத் தூரம்' எனலாம்.

குத்து வளைவொன்றின் மேற்புறத்தில் H அடி உயரத்திற்கு ஓட்டுநரின் பார்வையும், தடையும் இருப்பதாகக் கொண்டால், அவற்றைச் சேர்க்கும் கோடு வளை பரப்பைத் தொடுமாறு இருக்கும்போது உள்ள இடைவெளித் தூரமே 'மிகக் குறைந்த பார்வைத் தூரம்' எனப்படும்.



படம் 7–28.
மிகக் குறைந்த பார்வைத் தூரம்.

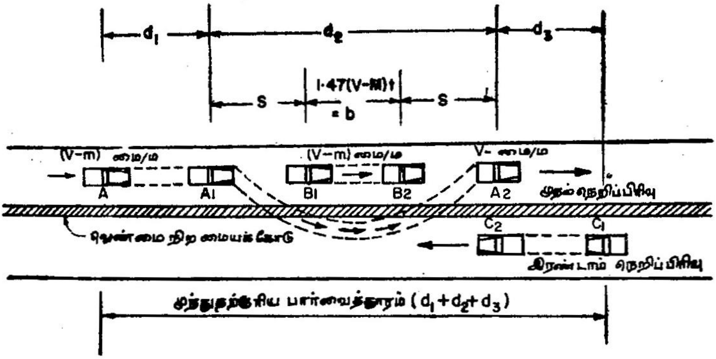
நடைமுறையில் இம் மிகக் குறைந்த பார்வைத் தூரம், நிறுத்துத் தூரத்தைப்போல இருமடங்காக எடுத்துக் கொள்வது வழக்கம்.

முந்துதற்குரிய பார்வைத் தூரம் (Overtaking Sight Distance)

7–88. அமைப்பாண்மை செய்யப்பட்ட வேகத்திற்கு எல்லா ஊர்திகளும் செல்லும் பொழுதுதான் சாலை அதனுடைய முழுத் திறனுக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது எனலாம். ஆனால், நடைமுறையில் இவ்வாறு நடப்பதில்லை. போக்குவரவுத் தொகுதியில் மெதுவாகச் செல்லும் ஊர்திகளும், விரைந்து செல்லும் ஊர்திகளும் விரவியே இருக்கின்றன. எனவே, சாலையின் திறனை அதிகரிக்க வேண்டுமானால், மெதுவாகச் செல்லும் ஊர்திகளை அமைப்பாண்மை வேகத்தில் விரைந்து செல்லும் ஊர்திகள் முந்த வேண்டியுள்ளது. அவ்வாறு முந்த வேண்டிய சமயங்களில் எதிர்த் திசையில் வரும்ஊர்திகளுக்கென ஒதுக்கப்பட்டுள்ள நெறி வழியில் சிறிது தூரம் செல்லவேண்டிய நிலை ஏற்படுகிறது. எனவே, ஊர்தியொன்று மற்றொன்றை முந்தும் சமயங்களில், முந்துகின்ற ஊர்தியின் ஓட்டுநருக்குத்

தேவையான காட்சி கிடைக்க வேண்டுவது இன்றியமையாததாகிறது. இதனை 'முந்துதற்கு வேண்டிய பார்வைத் தூரம்' என்கிறோம். அதாவது. ''மெதுவாகச் சென்று கொண்டிருக்கும் ஊர்தியை, எதிர்த் திசையில் நடைபெறும் போக்குவரத்திற்கு யாதொரு இடையூறும் ஏற்படுத்தாமல் முந்துவதற்கு நினைக்கும் ஓட்டுநருக்குக் கிடைக்கும் காட்சித் தூரமே' முந்துதற்குரிய பார்வைத் தூரம்'' ஆகும்.

7–89. முந்துகின்ற செயல் மூன்றுவிதமான தனித்தனி இயக்கங்களைத் தன்னகத்தே கொண்டது.



படம் 7-29.
முந்துதற்குரிய பார்வைத் தூரம்.

இங்கு

V = சாலையின் அமைப்பாண்மை வேகம் (மை/ம)

m = வேகமாகச் செல்லும் ஊர்தி 'A'க்கும் மெதுவாகச் செல்லும் ஊர்தி 'B'-க்கும் உள்ள வேக வித்தியாசம்.

(மை/ம). சாதாரணமாக இதனை 10 மை/ம எனக் கொள்ளலாம்.

v, m' = V, m ஆகியவற்றின் மதிப்பு அடி/செகண்டில்.

t = முந்துதல் முழுமை பெற ஆகும் நேரம், செகண்டில்.

t_o = ஊர்தி A–ன் ஓட்டுநர் கண்டு உணர்வதற்காக எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம். எதிர்த்திசையில் ஊர்தி வருகின்றதா என்று பார்ப்பதற்கும், மெல்ல முன் சென்றுகொண்டிருக்கும் ஊர்தி ஓட்டுநரிடமிருந்து

முந்துதற்கான அனுமதி பெறல், பிற நிலைமைகளை நுணித்தல் ஆகியவற்றிற்கும் ஆகும் நேரம்.

a = முந்துகின்றபோது ஊர்தி A-ன் முடுக்கு வீதம் மை/ மணிக்கு/ செகண்டு (இதற்கான கால இடைவெளி = t செகண்டுகள்).

a' = a-ன் ஒத்த மதிப்பு அடி/ செகண்டில் (கால இடைவெளி t செகண்டுகள்).

s = முந்துதற்குச் சற்று முன்பும், முந்திய உடனேயும் இரு ஊர்திகளுக்கு மிடையே உள்ள மிகக் குறைந்த தூரம்.

d_1 = ஊர்தி A, அதன் ஓட்டுநர் கண்டு உணரும் நேரத்தின் (to) செல்லும் தூரம் (Aயிலிருந்து A_1 வரை).

d_2 = Bஐ முந்துகின்றபோது, ஊர்தி A கடக்கும் தூரம்: t செகண்டில் (A_1யிலிருந்து A_2 வரை)

d_3 = A, Bஐ முந்துகின்ற பொழுது (t செகண்டுகள்) C கடக்கும் தூரம். (C_1- லிருந்து C_2 வரை).

படம் 7–29-ல், அமைப்பாண்மை வேகத்தில் சென்று கொண்டிருக்கும் ஊர்தியொன்று (ஊர்தி A), குறைந்த வேகத்துடன் அதே திசையில் சென்றுகொண்டிருக்கும் மற்ருேர் ஊர்தியை (ஊர்தி B) முந்தும்போதுள்ள நிலைகளைக் காணலாம். மேலும், எதிர்த்திசையிலிருந்து அமைப்பாண்மை வேகத்தில் வரும் ஊர்தியொன்றின் (ஊர்தி C) நிலைகளையும் படத்தில் காணலாம். A, B, C ஆகிய எழுத்துகளின் கீழுள்ள கீழ்க் குறிகள் ஊர்திகள் குறிப்பிட்டதொரு நேரத்தில் இருக்கும் நிலைகளைக் குறிக்கின்றது. சான்ருக, ஊர்தி B, B_1-ல் இருக்கும்போது, ஊர்தி A, A_1-ல் அதை முந்த முயலுகிறது. அதுசமயம் ஊர்தி C, C_1-ல் இருக்கும். இந் நிலையில் A-ன் ஓட்டுநருக்கு ஊர்தி Cஐப் பார்க்க இயலும். போதிய தூரம் இருந்தால் A–ன் ஓட்டுநர் தனது ஊர்தியை முந்திச் செலுத்தவோ அன்றிப் போதிய தூரம் இல்லாவிடின், B–க்குப் பின்னுல் செலுத்தவோ வேண்டும்.

7–90. போதிய தூரம் இருந்து Bஐ முந்துவதாகக் கொண்டால், A–ன் ஓட்டுநர் தனது பாதையை விட்டு ஊர்தியை விலக்கி, வேகத்தை அதிகரித்து Bஐ முந்திக் கொண்டு சென்று, தனது இயல்பான பாதையில் A_2 என்னும் இடத்தைச் சென்றடைவார். அவ்வாறு ஊர்தி A, A_2 புள்ளியைச்

சென்றடையும்போது, ஊர்தி B, B_2 என்ற புள்ளியையும், ஊர்தி C, C_2 என்ற புள்ளியையும் அடைகின்றன. இவ்வாறு 'கடந்து செல்லுவதற்கு வேண்டிய பார்வைத் தூரம்' (Passing-Sight Distance) அல்லது 'முந்துதற்குரிய பார்வைத் தூரம்' d_1, d_2, d_3 ஆகிய மூன்று தூரங்களின் கூட்டு மொத்தமாகும்.

7–91. முன்னால் மெல்லச் சென்று கொண்டிருக்கும் ஊர்தியை வேகமாகப் பின்னால் வரும் ஊர்தி அணுகும்போது, அதன் ஓட்டுநர் வேகத்தைக் குறைத்து முன்னால் செல்லும் ஊர்தி ஓட்டுநரிடம் முந்துவதற்காக அனுமதி பெறுகிறார். எனவே, பின்னால் வரும் ஊர்தி ஓட்டுநர் முன்னால் செல்வோரிடம் அனுமதி பெற்று, முந்துவதற்குத் தீர்மானம் செய்யும் வரை அவ்விரு ஊர்திகளின் வேகமும் ஏறத்தாழ ஒன்றே. அனுமதி பெற்ற பின்னர், தனது ஊர்தியை அதன் பாதையை விட்டு விலக்கி அடுத்துள்ள நெறிப்பிரிவிற்குக் கொண்டு சென்று பின்னர் அதன் வேகத்தை அதிகரிக்கிறார். முந்திச் செல்லும் போது, ஊர்தி ஓட்டுநர் அதிக வேகத்துடன் முன் செல்லும் வண்டியைக் கடந்து தமது இயல்பான வழியை அடைந்த பின்பு, அமைப்பாண்மை வேகத்திற்குக் குறைத்து ஓட்டுகிறார். ஆனால், எதிர்த்திசையிலிருந்துவரும் ஓட்டுநர் அமைப்பாண்மை வேகத்தைக் குறைக்காமலேயே தமது ஊர்தியை இயக்குகிறார். எனவே,

$$d_1 = 1\text{-}47 + (v-m) \times to$$

சாதாரணமாக $t_0 = 2$ செகண்டுகள்

ஆக $d_1 = 1.47 \times (v-m) \times 2$

$$= 2.94 \quad (v-m) \qquad \ldots (7\text{–}29)$$

இதேபோன்று

$$d_2 = 2s+b$$

இங்கு s : இரு ஊர்திகளுக்குமிடையே இருக்கவேண்டிய 'பாதுகாப்பான இடைவெளித் தூரம்.'

= எதிர்வினை நேரத்தில் கடக்கப்படும் தூரம் + ஊர்தியின் நீளம் (அடியில்).

எதிர்வினை நேரம் 1 செகண்டு எனக் கொண்டால், எதிர்வினை நேரத்தில் கடக்கப்படும் தூரம் = ஊர்தி B, 1 செகண்டில் செல்லும் தூரம் ஆகும். ஆனால், இம் முறையில் கணிக்கப்படும் 's' ன் மதிப்பு, உண்மையில் ஊர்திகளுக்கு இடையே

உள்ள தூரத்தைக் காட்டிலும் சற்று அதிகமாகவே உள்ளது. எனவே, கீழ்வரும் சூத்திரம் இதற்கெனப் பயன்படுகிறது:

s (அடியில்) = ஊர்தி B–ன் வேகம், மை/ம + ஊர்தியின் நீளம் (அடியில்)

$$\therefore s = (V-m) + 20 \qquad \dots (7\text{-}30)$$

b = ஊர்தி B, t செகண்டில் செல்லும் தூரம்

$$= 1.47\ (V-m)\ t \qquad \dots (7\text{-}31)$$

இதில் t—ன் மதிப்பைப் பின் வருமாறு அறியலாம்:

ஊர்தி A, Bஐக் காட்டிலும் அதிகமாக $2s$ தூரம் சென்றுள்ளது. இதற்கான நேரம் t செகண்டுகளாகும்.

ஊர்தி கடந்த தூரம் = $\frac{1}{2}$ × முடுக்கம் × (நேரம்)^2

$$2s = \frac{1}{2} \times a' \times t^2$$

$$\therefore \quad t = \sqrt{\frac{4s}{a'}} \qquad \dots (7\text{-}32)$$

அல்லது $t = \sqrt{\dfrac{2.73s}{a}}$ ... (7–33)

s, a' (அல்லது a) ஆகியவை தெரிந்தால் 't'யையும், அதிலிருந்து 'b'ஐயும் கணக்கிடலாம்.

$$\therefore d_2 = 2\{(V-m) + 20\} + 1.47\,(V-m)\,t \qquad \dots (7\text{-}34)$$

$$d_3 = 1.47 \times V \times t \qquad \dots (7\text{-}35)$$

எனவே, முந்துவதற்கு வேண்டிய பார்வைத் தூரம்

$$d = d_1 + d_2 + d_3$$

$$= 2{\cdot}94\,(V-m) + 2\{(V-m) + 20\} + 1.47(V-m)t$$

$$+ 1.47\,Vt \text{ ஆகும்} \qquad \dots (7\text{-}36)$$

எடுத்துக்காட்டு

7–92. கீழ்க்காணும் தகவல்களின் அடிப்படையில், முந்துதற்குரிய தூரத்தினைக் காண்க:

சாலையின் அமைப்பாண்மை வேகம் = 30 மை/ம.

வேகமாகச் செல்லும் ஊர்தியின்
=2.5 மை/மணி/செகண்டு
முடுக்கு வீதம்
வேக வித்தியாசம் = 10 மை/ம.

தீர்வு

அமைப்பாண்மை வேகம் $V = 30$ மை/ம.

வேக வித்தியாசம் $m = 10$ மை/ம.

முடுக்கு வீதம் $a = 2{\cdot}5$ மை/ம/செ.

$(V-m) = (30-10) = 20$ மை/ம.

கண்டு உணரும் நேரம் $t_0 = 2$ செகண்டுகள் எனக் கொள்வோம்.

$d_1 = 1{\cdot}47 \times (V-m) \times t_0$

$d_1 = 1{\cdot}47 \times 20 \times 2.$

$= 58{\cdot}8$ அடி.

ஊர்திகளுக்கு இடையே உள்ள 'பாதுகாப்பான தூரம்' $\Big\} = S = (V-m) + 20.$

$= 20 + 20.$

$= 40$ அடி.

முந்துவதற்கு ஆகும் நேரம் $t = \sqrt{\dfrac{2{\cdot}73\ S}{a}}$

$= \sqrt{\dfrac{2{\cdot}73 \times 40}{2{\cdot}5}}$

$= 6{\cdot}6$ செகண்டுகள்.

$d_2 = 2S \times b.$

$= 2 \times 40 \times 1{\cdot}47 \times 20 \times 6{\cdot}6.$

$= 270$ அடி.

$d_3 = 1{\cdot}47 \times V \times t.$

$= 1{\cdot}47 \times 30 \times 6{\cdot}6$

$= 286'.$

$\therefore$ முந்துதற்குரிய பார்வைத் தூரம் d $\Big\} = d_1 \times d_2 \times d_3$

$= 58{\cdot}8 + 270 + 286.$

$= 614{\cdot}8'$

$\approx 600'$ (தோராயமாக).

7-93. இந்தியாவிலுள்ள நெடுஞ்சாலைகளுக்குப் பொருத்தமான முந்துவதற்கு வேண்டிய பார்வைத் தூரங்களை இந்திய சாலைக்குழு பரிந்துரை செய்துள்ளது:

அட்டவணை 7-10.

வரிசை எண்	சாலை செல்லும் பகுதியின் தன்மை			
	சமவெளிப்பகுதி		மலைப்பாங்கான பகுதி	
	அமைப் பாண்மை வேகம் மை/ம	முந்துதற்கு உரிய தூரம்	அமைப் பாண்மை வேகம்மை/ம	முந்துவதற்கு உரிய தூரம்
(1)	50	1,550	30	600
(2)	40	1,000	25	450
(3)	30	600	20	—
(4)	20	—	15	...

சாய்வு விகிதம் (Gradient)

7-94. சாலையொன்று அதன் நீள வாட்டத்தில் உயரும் அல்லது தாழும் வீதத்தினைச் சாய்வு விகிதம் என்கிறோம். சாய்வு விகிதத்தினைச் சதவீதத்திலோ அல்லது கிடைமட்டத் தூரத்திற்கு உயரும் அல்லது தாழும் வீதத்தினாலோ கூறலாம். அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளிலும், மற்றும் சில நாடுகளிலும் சாய்வு வீதத்தைச்சதவீதத்தின் அடிப்படையில்கூறுகின்றனர். ஆனால் நம் நாட்டில் கிடைமட்டத் தூரத்திற்கு உயரும் அல்லது தாழும் வீதத்தில் அதனை வழங்குகின்றனர். சாலை அதன் நெட்டாங்கு திசையில் 25 அடி நீளத்திற்கு, 1 அடி உயரம் குறைவாகவோ அல்லது கூடுதலாகவோ கொண்டால், அதன் சாய்வு விகிதம் 1–ல் 25 அல்லது 4 சதம் ஆகிறது. சாதாரணமாக, சாய்வு விகிதம் குறைந்தளவு இருப்பதினால் சாலை தளத்தின் வழியாக அளக்கப்படும் நீளமும், கிடைமட்டத்தில் அளக்கப்படும் நீளமும் ஒன்றெனக் கொள்ளலாம். ஊர்திப் பொறியின் இழுக்கும் திறனையோ அன்றி மாடு, குதிரை ஆகிய விலங்குகளின் இழுக்கும் திறனையோ அடிப்படையாகக் கொண்டே சாய்வு விகிதத்தின் மிக அதிக அளவு அமைகிறது.

7-95. நெட்டாங்குச் சாய்வு விகிதங்கள் ஒரு முறை சாலையில் அமைக்கப்பட்டால், அஃது ஏறத்தாழ அந் நெடுஞ் சாலையின் ஒரு நிரந்தர அமைப்பாகவே விளங்குகிறது. இக் கூற்று நகர்ப்புறங்களில்உள்ள சாலைகளுக்கு மிகவும்பொருந்தும். எனவே, சாலை ஒன்றினை நிரல் செய்யும் (Alignment) பணிகளைத் துவங்குமுன்பே சாய்வு விகித அமைப்பாண்மைகளை நன்கு ஆய்ந்து, சாலை செல்லவிருக்கும் பகுதிகளின் தன்மைக் கேற்ப அவற்றைத் தேர்ந்தெடுக்கவேண்டும்.

7-96. நெட்டாங்குச் சாய்வு விகிதம் கீழ்வரும் காரணக் கூறுகளைச் சார்ந்திருக்கிறது:

(i) போக்குவரவு நடமாட்டத் தொகுதியின் சிறப் பியல்புகள்.

(ii) சாலை அமைப்பிடத்தின் புறக்கூறுகள்.

(a) வடிமானம்.

(b) பாதுகாப்பு.

(c) புறத்தோற்றம் ஆகியவை.

(iii) இருப்புப் பாதைக் கடவுகள், பாலங்களை அணுகும் இடங்கள் போன்றவை.

14

சாய்வு விகிதங்களின் வகைகள்

7-97. சாய்வு விகிதங்கள் மூவகைப்படும்:

(a) விதி விலக்குச் சாய்வு விகிதங்கள்.

(b) மிக அதிகச் சாய்வு விகிதங்கள் அல்லது வரம்புச் சாய்வு விகிதங்கள்.

(c) வழக்கிலுள்ள சாய்வு விகிதங்கள் அல்லது வழக்குச் சாய்வு விகிதங்கள்.

விதி விலக்குச் சாய்வு விகிதங்கள் (Exception Gradients)

7-98. பெயருக்கேற்ப இவற்றை அசாதாரணமான நிலைமைகளில் பயன்படுத்துகின்றனர். கொண்டை ஊசி வளைவுகளிலும் (Hairpin Bends), பாலங்களை அணுகும் இடங் களிலும் இவை பயன்படுகின்றன. இவற்றைச் சிறிது தொலை விற்குமேல் அமைக்கக்கூடாது. இவற்றின் 300 அடி நீளத்திற்கு மேல் அமைத்தல் தீது. இவற்றின் குறைபாடுகளாவன:

(i) அதிக எரிபொருள் வீணாகிறது.

(ii) உராய்வினால் விளையும் இழப்பு அதிகம்.

(iii) ஊர்திப் பொறியின் திறன் குறைகிறது.

(vi) ஊர்தியின் பகுதிகளும், சாலையின் மேற்பரப்பும் தேய்ந்து விடுகின்றன.

(v) மாடு, குதிரை போன்ற விலங்குகள் ஊர்தியை இழுக்கப் பயன்படுத்தப்பட்டால் அவை வெகு விரைவில் களைப்படைகின்றன.

ஆகவே, விதி விலக்குச் சாய்வு விகிதங்களைச் சிக்கலான சூழ்நிலைகளிலும், தவிர்க்க இயலாத இடங்களிலுமே அமைக்க வேண்டும். இந்திய சாலைக்குழு கீழ்க்காணும் விதிவிலக்குச் சாய்வு விகிதங்களைப் பரிந்துரைத்துள்ளது.

சமவெளிப் பகுதியில் ...... 1–ல் 15

மலைப்பாங்கான பகுதியில் ...... 1–ல் 12

செங்குத்தான பகுதியில் .... 1–ல் 12.5

மிக அதிகச் சாய்வு விகிதம் அல்லது வரம்புச் சாய்வு விகிதம் (Maximum Gradient or Limiting Gradient)

7–99. சாலையில் பயன்படுத்தக் கூடிய மிக அதிகச் சாய்வு விகிதம் இதுவேயாகும். இந்த அளவிற்கு மேல், சாலையின் எந்த ஒரு பகுதியிலும் சாய்வு விகிதம் அதிகமாக இருக்கக் கூடாது. அதிக அளவு மண்வேலை (Earth Work) உள்ள இடங்களிலும், இட இயல்பினால் தவிர்க்க முடியாத நிலைமை ஏற்படும் பகுதிகளிலும் இதனைப் பயன்படுத்தலாம். வரம்புச் சாய்வு விகிதம் உள்ள பகுதிகள் அதிக தூரத்திற்கு இருக்கக்கூடாது. தவிர்க்க இயலாத இடங்களில், அப்பகுதியை இரண்டு அல்லது மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரித்து அவற்றிற்கிடையே சற்றுச் சாய்வு விகிதம் குறைந்த அல்லது மட்டமான சாலைப் பகுதியை அமைக்கவேண்டும். சமவெளிப் பகுதிகளில், ஒரு மைல் நீளத்தில் மொத்த உயர்வு 100 அடிக்கு மேலும், மலைப்பாங்கான பகுதிகளில் 240 அடிக்கு மேலும் இருக்கக்கூடாது.

இந்திய சாலைக்குழு கீழ்க்காணும் வரம்புச் சாய்வு விகிதங்களைப் பரிந்துரைத்துள்ளது.

சமவெளிப் பகுதியில் ... 1-ல் 20

மலைப்பாங்கான பகுதியில் ... 1-ல் 15

... 1-ல் 16.7

வழக்குச் சாய்வு விகிதம் (Ruling Gradient)

7-100. சாலையொன்றில் அமைப்பதற்குகந்த உச்சச் சாய்வு விகிதத்தினை 'வழக்குச் சாய்வு விகிதம்' என்பர். இவ்

வழக்குச் சாய்வு விகிதத்திற்குள் சாலையின் சாய்வு விகிதம் இருத்தல் வரவேற்கத்தக்கதாகும். வழக்குச் சாய்வு விகிதத்திற்குள் உள்ள சாலைகளில் ஊர்தியின் எரிபொருள் வீணாவதில்லை; மாடு, குதிரை போன்ற விலங்குகள் வண்டியை இழுக்கும்போது விரைவில் களைப்படைவதில்லை. எனவே, போக்குவரவு நடமாட்ட வகையினையும், இடஇயல்பினையும், பொறுத்து, வழக்குச் சாய்வு விகிதத்திற்குள் இருக்குமாறு சாலைகளை அமைப்பதே நெடுஞ்சாலைப் பொறியாளரின் நோக்கமாக இருக்கவேண்டும். இந்திய சாலைக்குழு கீழ்வரும் வழக்குச் சாய்வு விகிதங்களை (மிக அதிக வழக்குச் சாய்வு விகிதங்கள்) பரிந்துரை செய்துள்ளது.

சமவெளிப் பகுதி	... 1-ல் 30
மலைப்பாங்கான பகுதி	... 1–ல் 20
	... 1-ல் 16

14

சாய்வு விகிதங்களைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணக் கூறுகள்

7–101. சாய்வு விகிதங்களைக் கட்டுப்படுத்தும் கூறுகள் வருமாறு:

(a) ஊர்தி இழுவைக்குத் தடை விளைவிப்பவை அல்லது 'இழுவைத் தடை' (Tractive Resistance).

(b) சாய்வு விகிதத்தால் விளையும் தடை அல்லது 'சாய்வு விகிதத் தடை' (Grade Resistance) அல்லது 'சாய்வுத் தடை'.

(c) ஊர்தி இழுவை இயந்திரத்தின் செயல்திறன் அல்லது 'இழுக்கும் ஆற்றல்' (Tractive effort).

இழுவைத் தடை

7-102. சாலை மேற்பரப்பிற்கும், ஊர்தியின் நெட்டாங்கு அச்சுக்கும் இணையாக செயல்புரியும் விசையால் ஊர்தியின் இயக்கத்திற்கு விளையும் தடையினை 'இழுவைத் தடை' எனலாம். இவ்விசை இருவகைப்படும்.

(a) உருள் தடை (Rolling Resistance)

(b) காற்றுத் தடை (Air Resistance)

7-103 ஊர்தியின் இயங்கு பாகங்களுக்கிடையே எழும் உராய்வினாலும், ஊர்தியின் டயர்கள் சாலையின் மேற்பரப்பில் செல்வதாலும், உருள்தடை உண்டாகிறது. இவ்விரு காரணக் கூறுகளில் இயங்கு பாகங்களுக்கிடையே எழும் உராய்வு அளவில் மிகச் சிறியதாக இருப்பதால், (இரண்டாம் கார

ணத்தை நோக்க) அதனைப் புறக்கணித்து விடலாம். சாலையின் மேற்பரப்பில் ஊர்தி செல்லுகையில் மேற்பரப்பு உருக்குலைகிறது (Distortion). சாலையின் வகையைப் பொறுத்து உருக்குலைவின் அளவும் அமைகிறது. சாலையின் மேற்பரப்பு இளகும் (Yielding) அல்லது மீட்சியுரு (Plastic) வகையினதாக இருந்தால், டயர் செல்லும் தடத்தில் இலேசான பள்ளம் சாலை நெடுகிலும் விழுகிறது (Rut). (எடுத்துக்காட்டு): மண் சாலைகள் மேற்கூறியவாறின்றி, கான்கிரீட், நிலக்கீல் போன்ற மீள்சக்தியுள்ள (Elastic) பொருள்களால் ஆன சாலைப் பரப்புகள், ஊர்தி செல்லும்போது ஓரளவு அழுந்தி, ஊர்தி கடந்து சென்றவுடன் திரும்பவும் தன் இயல்பான நிலைமைக்கு வந்துவிடுகின்றன. மீட்சியுரு சாலைப் பரப்புகளில் ஊர்தியின் இயக்கத்திற்குத் தடை அதிகம் உண்டாகிறது. ஊர்தியின் இயக்கத்திற்கு ஏற்படும் தடை அதனுடைய டயரின் விட்டம், டிரட் (Tread), அகலம், காற்றழுத்தம், டயர்களின் எண்ணிக்கை, ஊர்தியின் எடை, சாலை பரப்பின் வகை ஆகியவற்றைச் சார்ந்துள்ளது.

7–104. காற்றினால் விளையும் தடையும் மொத்த இழுவைத் தடையில் குறிப்பிடத்தக்க அளவு இருக்கும். காற்றுத் தடை ஊர்தியின் திறந்த பரப்பினையும் (Exposed Area), ஊர்தியின் சார்பு வேகத்தினையும் (காற்றை நோக்க, ஊர்தியின் வேகம்) பொறுத்தே அமைகிறது. காற்றுத் தடையைக் கீழ்வரும் சமன்பாட்டினால் கணக்கிடலாம்:

$$Ra = CAV^2 \qquad \dots (7\text{-}37)$$

இங்கு R_a = மொத்தம் காற்றுத் தடை, பவுண்டில்.

A = ஊர்தி குறுக்கு வெட்டின் எறிவுப் படிவம் (Projection) சதுர அடிகளில்.

V = ஊர்தியின் சார்பு வேகம் (காற்றை நோக்கி) மை/ம.

C = பரிசோதனை எண் (Experimental Coefficient) 0.0011–லிருந்து 0.0025 வரை மாறுபடுகிறது.

$\therefore$ மொத்த இழுவைத் தடை $R = R_r \times R_a \qquad \dots (7\text{-}38)$

இங்கு R = மொத்த இழுவைத் தடை, பவுண்டு/டன்.

R_r = உருள் தடை பவுண்டு/டன்.

R_a = காற்றுத்தடை பவுண்டு/டன்.

R_a–ன் மதிப்பு, நல்ல நிலைமையிலுள்ள சாலைகளில் 22–லிருந்து 45 பவுண்டு/டன்னுக்கு எனவும், ஈரமான, நீர்ப்பிணை மெக்காடம்

சாலைகளிலும், மண் சாலைகளிலும் 100-லிருந்து 150 பவு/டன்னுக்கு எனவும் கருதலாம்.

சாய்வுத் தடை

7-105. இதுவரை கண்டவை [7·102—7-104] சம மட்டச் சாலைகளுக்கு மிகவும் பொருந்தும். சாய்தளத்தில் ஊர்தி செல்லுகையில் பின்வரும் விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன. சாய்தளமொன்றில் மேல்நோக்கி ஏறுகையில் $+ W \sin \theta$ விற்குச் சமமான ஈர்ப்பு விசையும், கீழ் நோக்கி இறங்குகையில் $-W \sin \theta$ விற்குச் சமமான ஈர்ப்பு விசையும், ஏற்கெனவே செயல் புரியும் விசைத் தொகுதிகளுடன் சேர்ந்து செயல் புரிகின்றன. இங்கு, W என்பது ஊர்தியின் எடையைப் பவுண்டிலும், θ என்பது கிடைமட்டத்திலிருந்து சாலைத்தளம் சாய்ந்துள்ள கோணத்தையும் குறிக்கின்றன. θ-வின் மதிப்புச் சிறியதாக இருந்தால், $\sin \theta = \tan \theta$.

எனவே, சாய்வுத் தடை $Rg = \pm W \tan\theta$

$= \pm W \times$ சாய்வு விகிதம்

$$= \pm \frac{2{,}240\ W}{N} \qquad \ldots (7\text{-}39)$$

இங்கு $W =$ ஊர்தியின் எடை டன்னிலும்

$N =$ ஓர் அடி உயர்விற்கோ அல்லது தாழ்விற்கோ உள்ள கிடைத்தூரம்.

$Rg =$ சாய்வுத் தடை பவு/டன்.

இழுக்கும் ஆற்றல்

7-106. ஊர்தியொன்றிற்கு மேற்கண்ட இழுவைத் தடை, சாய்வுத்தடை ஆகிய இரு தடைகளையும் விஞ்சுவதற்குத் தேவையான திறனை 'இழுக்கும் ஆற்றல்' எனலாம்.

$$\text{இழுக்கும் ஆற்றல் } F_T = \frac{P}{W} \qquad \ldots (7\text{-}40)$$

இங்கு

$F_S =$ இழுக்கும் ஆற்றல் பவு/டன்.

$P =$ ஊர்திக்குத் வேவைப்படும் மொத்த விசை, பவுண்டில்.

$W =$ ஊர்தியின் மொத்த எடை, டன்னில்.

$$\text{இழுக்கும் ஆற்றல்} = R+Rg$$
$$= R_r+R_a+R_g$$
$$F_T = R_r+CAV^2+\frac{2,240\,W}{N} \quad \dots (7\text{-}41)$$

வழக்குச் சாய்வு விகிதத்தின் அமைப்பாண்மை

7–107. சாய்வு விகிதங்களின் அமைப்பாண்மை சிக்கலான தொன்றாகும். போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் தேவைகளைப் பொறுத்தே அஃது அமைக்கப்படுகிறது.

ஏற்றச் சாய்வு விகிதம் (Ascending or Plus Gradient)

7-108. சாலையொன்றின் நீளம் அதிகரிக்கையில், அதன் உயர்வும் அதிகரித்தால் அச் சாலை ஏற்றச் சாய்வு விகிதத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது எனலாம். "மோட்டார் ஊர்திகள் வேகத்தை அடிக்கடி மாற்றாமல் ஏறத்தாழ அவற்றின் அமைப் பாண்மை வேகத்தில் செல்லத்தக்க விதத்தில் அமைக்கப்பட்டு இருக்கும் ஏற்றச் சாய்வு விகிதம் 'மிகச் சிக்கனமான சாய்வு விகிதமாகும்'" (The Most Economical Grades).

7-109. இழுவைத் தடை, சாய்வுத்தடை ஆகிய இரு தடைகளையும் விஞ்சக்கூடிய அளவிற்கு இழுக்கும் ஆற்றல் உடையதாக ஊர்திப் பொறி அமைக்கப்பட்டிருக்கும். எனவே, சமமட்டமான சாலையில் செல்லும்பொழுது சாய்வுத்தடை இல்லாமையால் ஊர்திகள் அவற்றின் முழுத்திறனையும் பயன் படுத்த வேண்டுவதில்லை. அதாவது ஊர்தியின் இழுக்கும் ஆற்றலிலிருந்து சம மட்டமான சாலையில் செல்லும்பொழுது தோன்றும் இழுவைத் தடையினைக் கழித்தால், சாய்வுத் தடையினை விஞ்சும் ஊர்தித்திறன் கிடைக்கிறது.

7–110. ஊர்தியொன்றின் பொறி உச்சத் திறனில் வேலை செய்வதாகவும், சம மட்டமான சாலையில் செல்லும் வேகத்தில் சாய்தளத்திலும் செல்வதாகவும் கொண்டால், மிகச் சிக்கன மான சாய்வு விகிதம் கீழ்வரும் சமன்பாட்டினுல் கிடைக்கிறது:

$$\frac{2,200}{N} = T-R \text{ அல்லது } \frac{1}{N} = \frac{T}{2,240}-\frac{R}{2,240} \dots \quad (7\text{-}42)$$

இங்கு,

$\frac{1}{N}$ = சிக்கனமான ஏற்றச் சாய்வு விகிதத்தின் மிக அதிக அளவு (1–ல் N).

T = ஊர்தி அமைப்பாண்மை வேகத்தில் செல்லும் பொழுது அதன் மிக அதிகமான இழுக்கும் ஆள்வினை, பவுண்டு/டன்னுக்கு (ஊர்தியின் மொத்த எடை).

R = ஊர்தி அமைப்பாண்மை வேகத்தில் செல்லும் போது தோன்றும் இழுவைத்தடை, பவுண்டு/டன்னுக்கு (ஊர்தியின் மொத்த எடை).

[ஊர்தியின் மொத்த எடை = ஊர்தி எடை + அதன் மேல் ஏற்றப்படும் சுமை].

7–111. மேற்கண்ட சமன்பாட்டில், சிக்கனமான சாய்வு விகிதம் ஊர்தியின் மொத்த எடையினையும் சார்ந்திருப்பது தெரியவருகிறது. எனவே, கார்களுக்குச் சாய்வு விகிதம் சற்று அதிகமாகவும், டிரக்குகளுக்குச் சற்றுக் குறைவாகவும் இருக்க லாம். அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் நடைபெற்ற ஆய்வுகள் மூலம், கார்கள் சாய்வு விகிதம் 1-ல் 14 வரை இருந்தாலும் அதிக அளவு பாதிக்கப்படுவதில்லை யென்றும், ஆனால் டிரக்குகள், தட்டையான சாய்வு விகிதத்திலேயே (எடுத்துக்காட்டு 1–ல் 50) பாதிக்கப்படுகின்றன என்றும் அறிகிறோம். ஆகவே, மாறுபட்ட தேவைகளையுடைய ஊர்திகளுக்கு ஏற்ப சிக்கனமான வழக்குச் சாய்வு விகிதங்களைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும் என்பது தெளிவு.

உந்தச் சாய்வு விகிதங்கள் (Momentum Grades)

7–112. ஊர்தியின் உந்தத்தினைப் பயன்படுத்தி ஏறுமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ள சாய்வு விகிதங்களை 'உந்தச் சாய்வு விகிதங்கள்' எனலாம். சிறு சாய்வு விகிதங்களுள்ள இடங்களி லெல்லாம் ஊர்தியின் உந்தத்தினைப் பயன்படுத்தி எளிதில் சாலையின் மேல் செல்லலாம். எனவே, சாய்வு விகிதங்கள் அதிகமுள்ள பகுதிகளைப்பற்றிக் கவனிப்போம். அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டில் உந்தச் சாய்வு விகிதங்களைப்பற்றி ஆய்வுகள் பல செய்துள்ளனர். இதற்கென வெவ்வேறு வகை ஊர்தி களையும், வெவ்வேறு சாய்வு விகிதங்களையும், வெவ்வேறு மட்ட வித்தியாசங்களையும் தேர்ந்தெடுத்து விரிவான சோதனைகள் நடத்தினர். இவற்றின் மூலம் கீழ்வரும் உண்மைகள் தெரியவருகின்றன:

(1). சாய்வு விகிதம் குறைந்த சாய்தளமொன்றினை (மட்ட வித்தியாசம் 25 அடி வரையில்) முழுமொத்த எடை 30,000

பவுண்டிற்குக் குறைவான நடுத்தர டிரக்குகள் அதிக வேகத்துடன் கடக்கும்போது, சாய்வு விகிதம் ஊர்தியின் வேகத்தை அதிக அளவு பாதிப்பதில்லை.

(2) குறைவான அணுகும் வேகமும், அதிக அளவு மட்ட வித்தியாசம் உள்ள சாலையில் சாய்வு விகிதத்தின் விளைவுகள் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் உள்ளன.

7–113. சான்றாக, 25 அடி மட்ட வித்தியாசமுள்ள இரு புள்ளிகளை எடுத்துக்கொள்வோம். ஊர்தியொன்றின் அணுகும் வேகம் 35 மை/ம ஆக இருந்தால், சாய்வு விகிதக் 1–ல் 50 ஆக உள்ள சாலையின் உச்சியில் அதன் வேகம் 32 மை/ம ஆகவும், சாய்வு விகிதம் சுமார் 1-ல் 15 ஆக உள்ள சாலையில் 25 மை/ம ஆகவும் இருக்கும். அதாவது வித்தியாசம் 7 மை/ம ஆகும். இதிலிருந்து மட்ட வித்தியாசம் ஒன்றாக இருந்தாலும், சாய்தளத்தின் நீளம் வெவ்வேறாக இருந்தால், (சாய்வு விகித வேறுபாட்டினால்) சாய்வு விகிதம் குறைந்த சாய்தளத்தின் உச்சியில் கிடைக்கும் ஊர்தி வேகம், சாய்வு விகிதம் அதிகமான சாய்தளத்தின் உச்சியில் கிடைக்கும் ஊர்தி வேகத்தைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருப்பது தெரியவருகின்றது. இதேபோன்று, ஊர்தியொன்றின் அணுகும் வேகம் 35 மை/ம என்று கொண்டால், 75 அடி மட்ட வித்தியாசமுள்ள இரு புள்ளிகளின் உச்சியில், சாய்வு விகிதம் 1-ல் 50 ஆக இருக்கும்போது 25 மை/ம ஆகவும், சாய்வு விகிதம் சுமார் 1-ல் 15 ஆக உள்ளபோது 12 மை/ம ஆகவும் அதன் வேகம் குறைகிறது. அதாவது வித்தியாசம் 13 மை/ம ஆகும். இதிலிருந்து ஒரே அணுகும் வேகத்தில், ஒரே சாய்வு விகிதத்தில் (1-ல் 50, சான்றாக) மட்ட வித்தியாசம் குறைவான (அல்லது சாய்தள நீளம் குறைவான) பகுதியின் உச்சியில் கிடைக்கும் ஊர்தி வேகம், மட்ட வித்தியாசம் அதிகமான (அதாவது, சாய்தள நீளம் அதிகமான) பகுதியின் உச்சியில் கிடைக்கும் ஊர்தி வேகத்தைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருக்கும். சுருக்கமாகக் கூறினால், சாய்வு விகிதம், சாய்தளத்தின் நீளம் ஆகியவை சாய்தளத்தின் உச்சியில் கிடைக்கும் ஊர்தி வேகத்தைப் பாதிக்கின்றன.

7-114. மேலும், அணுகும் வேகம் 25 மை/ம–ஆகவோ அன்றி அதற்குக் குறைவாகவோ இருந்து, மட்ட வித்தியாசம் 50 அடியும் அதற்குமேலும் இருந்தால், சாய்தளத்தின் உச்சியில் கிடைக்கும் வேகம் சாய்வு விகிதத்தால் மட்டுமே பாதிக்கப்படுகின்றது. 75 அடி, 100 அடி மட்ட வித்தியாசமுள்ள சாய்வு தளங்களின் உச்சியில் கிடைக்கும் வேகமும், 50 அடி மட்ட

வித்தியாசமும் உள்ள சாய்தளத்தின் உச்சியில் கிடைக்கும் வேகமும் ஒன்ருகவே இருப்பது இதனை மெய்ப்பிக்கின்றது. மேலும், மட்ட வித்தியாசம் 100 அடியும் அதற்கு மேலும் உள்ள இடங்களில் – அதாவது சாய்தளத்தின் நீளம் அதிகமாக இருந்தால் — உச்சியில் கிடைக்கும வேகம் அணுகும் வேகத்தினுல் குறிப்பிடத்தக்க அளவு பாதிக்கப்படுவதில்லை. எனவே, அணுகும் வேகம், சாய்வு விகிதங்கள், சாய்வு நீளங்கள், மட்ட வித்தியாசங்கள் ஆகியவற்ருல் ஊர்தியின் வேகம் பாதிக்கப்படுகின்றது.

7-115. உந்தலின் விளைவையும் கருத்தில் கொண்டால், சமன்பாடு (7-42) கீழ்வரும் மாற்றங்கள் அடைகிறது:

$$\frac{1}{N} = \frac{T-R}{2{,}240} + \left(\frac{V_1^2 - V_2^2}{L}\right) \times K \qquad \ldots (7\text{-}43)$$

இங்கு,

V_1 = சாய்தளத்தின் அடியில், ஊர்தியின் அணுகும் வேகம் மை/ம.

V_2 = சாய்தளத்தின் உச்சியில் ஊர்தியின் வேகம் மை/ம.

L = சாய்தளத்தின் நீளம், அடியில்.

K = மாரு எண். கார்களுக்கு 0·0354 என்றும், டிரக்குகளுக்கு 0·0374 என்றும் கொள்ளலாம்.

இறங்குச் சாய்வு விகிதம் (Descending Or Minus Gradient)

7–115. ஊர்தியொன்று சாய்தளத்தில் இறங்கும்பொழுது சாய்தளத்தின் சாய்வு விகிதம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கும் குறைந்திருந்தால், ஊர்தியை அமைப்பாண்மை வேகத்திற்குச் செலுத்த ஊர்திப் பொறியின் ஆற்றல் தேவைப்படும்; சாய்வு விகிதத்தின் வீதம் அதிகமாக இருந்தால் அமைப்பாண்மை வேகத்திற்கு ஊர்தியைச் செலுத்தத் தடைபோடும் கருவிகளை இயக்க வேண்டிவரும்; சரியான அளவில் சாய்வு விகிதம் இருந்தால் ஊர்திப்பொறியின் ஆற்றலின்றியே அமைப்பாண்மை வேகத்திற்குச் செலுத்த இயலும்.

7-16. மேற்கூறிய மூன்றனுள், கடைசியில் குறிப்பிட்ட சாய்வு விகிதத்தினையே மிகச் சிக்கனமான சாய்வு விகிதம் என்று கொள்ளலாம். அதாவது தடைபோடும் கருவிகளின் உதவியின்றியே, அமைப்பாண்மை வேகத்தைவிட அதிகமான

வேகத்துடன் கீழ்நோக்கி இறங்க இயலாத அளவிற்கு அமைக்கப்பட்டுள்ள சாய்வு விகிதத்தினை 'மிகச் சிக்கனமான சாய்வு விகிதம்' எனலாம்.

மிகச் சிக்கனமான இறங்கு சாய்வு விகிதம் :

உந்தலின் விளைவைப் புறக்கணித்தால்

$$\frac{1}{N} = \frac{R}{2{,}240} \quad (\because\ T = 0)$$

உந்தலின் விளைவையும் சேர்த்துக் கருதினால்

$$\frac{1}{N} = \frac{R}{2{,}240} + K\left(\frac{V_1^2 - V_2^2}{L}\right) \quad \ldots(7\text{-}44)$$

இங்கு

V_2 = ஊர்தி கீழ்நோக்கி இறங்கத்தொடங்கும்போது உள்ள வேகம், மை/ம.

V_1 = ஊர்தி சாய்தளத்தின் அடியை அடையும்போது உள்ள வேகம், மை/ம

K = மாறு எண். கார்களுக்கு 0.0374 என்றும், டிரக்குகளுக்கு 0·0374 என்றும் கொள்ளலாம்.

வளைவுகளில் சாய்வு விகிதங்கள் (Gradients on Curves)

7–117. ஊர்தியொன்று சாய்தளத்தில் செல்லும் போது இருக்கும் ஆற்றலில் இழப்பு நேரிடுகின்றது. வளைவு ஒன்றில் செல்லும்போதும், இதே விளைவு ஏற்படுகின்றது. எனவே, சாலையொன்று சாய்தளத்திலுள்ள வளைவொன்றில் செல்லுகையில் அவ்விரண்டின் கூட்டு விளைவும் குறிப்பிட்ட வரம்புச் சாய்வு விகிதத்தின் விளைவைவிடக் குறைந்தே இருக்கவேண்டும். வளைவுகளில் செல்லுகையில இழுக்கும் ஆற்றலில் ஏற்படக்கூடிய இழப்பை ஈடுசெய்ய, சாய்தளத்தின் சாய்வு விகிதத்தில் செய்ய வேண்டிய குறைப்பைப் பற்றிப் போதிய விவரங்கள் இன்னும் கிடைக்கவில்லை. கீழ்க்காணும் அனுபவச் சூத்திரத்தை இந்திய சாலைக்குழு பரிந்துரை செய்துள்ளது:

$$\left.\begin{array}{r}\text{சாய்வு விகிதத்தில் ஈடு செய்ய}\\ \text{வேண்டிய அளவு(சதத்தில்,}\end{array}\right\} = \frac{250}{\text{வளைவின் ஆரை}} \quad \ldots(7\text{-}45)$$

6°-க்கு மேலுள்ள வளைவுகளில் (அல்லது 1,000 அடிக்கு குறைந்த ஆரையுள்ள வளைவுகளில்) குறைந்தது 5% அல்லது அதற்குமேல் ஈடு செய்ய வேண்டுவது அவசியமாகும்.

எடுத்துக்காட்டு:

7-118. கீழ்க்கண்ட தகவல்களின் அடிப்படையில், சாய்தளத்தில் செய்யவேண்டிய ஈடுவினைக் காண்க.

சாய்வு விகிதம் : 6%

கிடை வளைவு ஆரை : 250

சாய்வு விகிதத்தில் ஈடு செய்ய வேண்டிய அளவு =

$$\frac{250}{\text{வளைவு ஆரை}} = \frac{250}{250} = 1\%$$

∴ சாய்தளம் அமைக்கப்பட வேண்டிய சாய்வு வீதம்

= 5% அல்லது 1-ல் 20.

குத்து வளைவுகள் (Vertical Curves)

7-119. இருவேறு சாய்வு விகிதங்கள் கொண்ட சாலைகள் சந்திக்கும் இடங்களில், நிலைக்குத்தான தளத்தில் குத்து வளைவுகள் அமைக்கக்படுகின்றன. இரு சாலைகளும் சந்திக்கும் இடத்தில் திடீரெனச் சாய்வு விகிதத்தில் மாறுதல் நிகழாமல் ஒரே சீராக நிகழக் குத்து வளைவுகள் உதவுகின்றன.

7-120. தக்க இடங்களில் குத்துவளைவுகளை அமைக்காவிடின் கீழ்வரும் தீமைகள் விளைகின்றன:

(i) போதிய அளவு காட்சிநிலை இல்லாமையால் விபத்துகள் ஏற்படுகின்றன. குத்து வளைவுகள் இல்லாத சந்திப்புகளில் பார்வைத் தூரம் குறைந்த அளவினதாகவே இருக்கும். வெகுவேகமாக எதிர் எதிரே வந்து கொண்டிருக்கும் ஊர்திகள் இவ்வாறுன இடங்களில் மோதிக்கொள்ள வாய்ப்புகள் நிறைய உண்டு.

(ii) பயணிகளுக்கு வசதி குறைவும், சாலை, ஊர்தி ஆகிய இரண்டிற்கும் அதிக பழுதும் ஏற்படுகின்றன. மேற்கூறிய காரணங்களினுல், சாலையை அமைக்கும் பொழுதே தேவைப்படும் இடங்களில் தக்க முறையில் குத்து வளைவுகளை அமைக்க வேண்டும் என்பது தெளிவு.

7-121. குத்து வளைவுகளை இருவகைப்படுத்தலாம்:

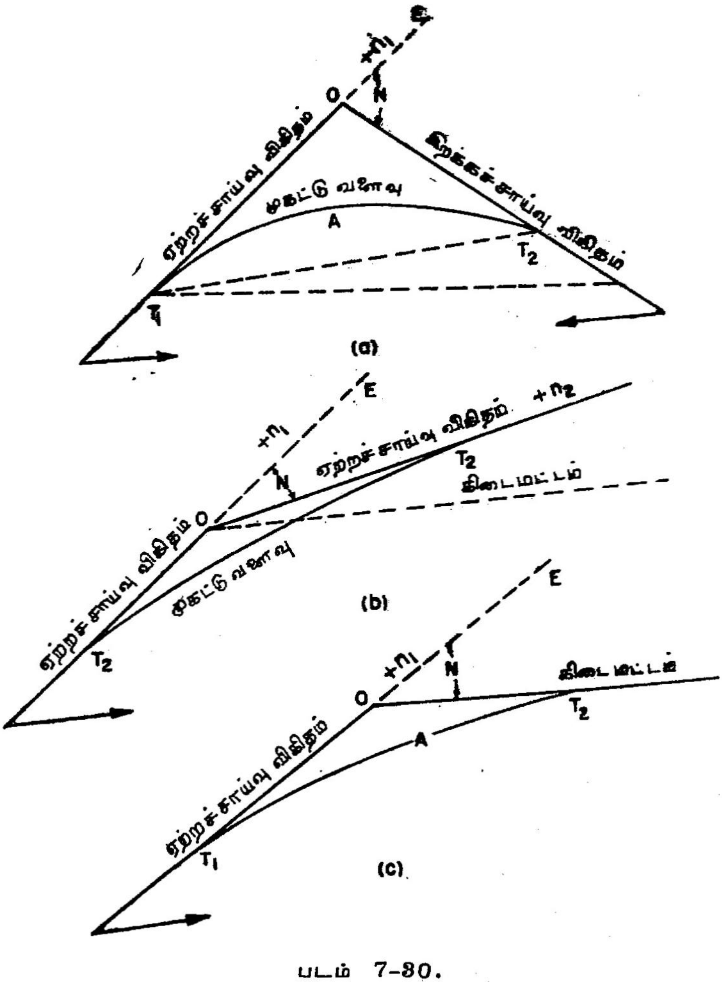
(a) முகட்டு வளைவுகள் (Summit Curves)

(b) அகட்டு வளைவுகள் (Valley Curves)

முகட்டு வளைவுகள்

7-122. மேற்புறமாகக் குவிந்த வளைவினை 'முகட்டு வளைவு' எனலாம். இது மூன்றுவிதமானச் சூழ்நிலைகளில் உருவாகக் கூடும்.

அவையாவன:



படம் 7-30.
(a, b, c) முகட்டு வளைவுகள்.

(1) ஏற்றச் சாய்வு விகிதமும், இறக்கச் சாய்வு விகிதமும் சந்திக்கும் சமயங்களில்.

(2) ஏற்றச் சாய்வு விகிதமும். மற்ருேர் ஏற்றச் சாய்வு விகிதமும் சந்திக்கும்பொழுது.

(3) ஏற்றச் சாய்வு விகிதம் கிடை மட்டத்தினைச் சந்திக்கும் சமயங்களில்.

இவற்றைப் படம் 7–30-ல் காணலாம்.

முகட்டு வளைவுகளின் விலகுக் கோணம் (Deflected Angle)

7–123. முகட்டில் சந்திக்கும் இரு சாய்தளக் சாலைகளது சாய்வுக் கோணங்களின் குறியியல் வித்தியாசமே (Algebraic Difference) முகட்டு வளைவின் விலகுக் கோணமாகும். அதாவது n_1–ம், n_2–ம் முகட்டில் சந்திக்கும் சாலைகளின் சாய்வுக் கோணங்களானுல், விலகுக் கோணம் N அவற்றின் குறியியல் வித்தியாசமாகும்.

(1) ஏற்றச் சாய்வு விகிதமும், இறக்கச் சாய்வு விகிதமும் சந்திக்கும் நிலை [படம் 7–28. (a)].

ஏற்றச் சாய்வு விகிதத்திற்குக் கூட்டல் குறியும், இறக்கச் சாய்வு விகிதத்திற்குக் கழித்தல் குறியும் பயன்படுத்திஞல்,

விலகுக் கோணம் N = கோணம் EOT_2

$$= (+n_1) - (-n_2)$$

$$\underline{N = n_1 + n}$$

(எடுத்துக்காட்டு): $n_1 = +\frac{1}{20}$ அல்லது 5% என்றும்,

$n_2 = -\frac{1}{25}$ அல்லது -4% என்றும் கொண்டால்,

$N = +6 - (-4) = 9$ சதமாகும்.

(2) ஏற்றச் சாய்வு விகிதமும், மற்ருேர் ஏற்றச் சாய்வு விகிதமும் சந்திக்கும் நிலை. [படம் 7–28 (b).]

N = கோணம் EOT_2

$$= (+n_1) - (+n_2)$$

$$\underline{N = n_1 - n},$$

(எடுத்துக்காட்டு):

$n_1 = +4\%$., $n_2 = +2\%$ என்றும் கொண்டால்,

$$N = +4 - (+2)$$
$$= 2\%$$ ஆகும்.

(3) ஏற்றச் சாய்வு விகிதமும், கிடைமட்டமும் சந்திக்கும் நிலை.

$N =$ கோணம் EOT_2.

$N = (+n_1) - (0) = n$.

$N = n$ ஆகும்.

(எடுத்துக்காட்டு): $n_1 = 3\%$ என்றும், $n_2 = 0$ என்றும் கொண்டால்,

$N = 3\%$ ஆகும்.

இரு சாய்தளச் சாலைகள் சந்திக்கும்பொழுது நிகழும் பாதையின் திசை மாற்றத்தினை அளக்கும் கோணமென்றும் விலகுக் கோணத்தைக் கூறலாம்.

வளைவு வகை

7-124. காட்சி நிலை பாதிக்கப்படக்கூடிய முகட்டு வளைவுகளில், பார்வைத்தூரமே முகட்டு வளைவுகளின் அமைப்பாண்மையைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. எளிய முகட்டு வளைவுகளில் ஊர்தி நடமாட்ட இயக்கவியல் (Dynamics) அவ்வளவு முக்கியமானதல்ல. ஏனெனில், குத்துவளைவின்மேல் செல்லும் ஊர்தியின் மேல் செயல்புரியும் மைய விலக்கு விசை அதன் எடைக்கு எதிராகச் செயல்புரிவதால் ஊர்தியின் டயர்களின் மேலும், சுருள் வில்லின்மேலும் தோன்றும் அழுத்தம் குறைகின்றது. மேலும், விலகுக் கோணங்கள் சாதாரணமாகச் சிறியவைகளாயிருப்பதாலும், பார்வைத் தூரத்தின் அடிப்படையில் அமைக்கப்படுவதால் அவை அதிக நீளமுள்ளதாயும், எளிமையாகவும் இருப்பதாலும், ஊர்திக்கும், பயணிகளுக்கும் ஏற்படும் அதிர்வுகள் – மிகமிகக் குறைந்தே உணர முடியாத அளவிலேயே – இருக்கும்.

7-125. மேற்கூறிய காரணங்களினால் முகட்டு வளைவுகளில் இடைநிலை வளைவுகள் வேண்டுவதில்லை. எளிய வட்ட வில்லே போதுமானதாகும். வட்ட வளைவின் முழு நீளத்திற்கும் ஒரே ஆரை இருப்பதால், பார்வைத்தூரம் மாறுபடுவதில்லை. வட்ட வளைவுகளை முகடுகளில் அமைப்பதற்கு இதுவே முதன்மையான காரணமாகும். ஆனால், இடைநிலை வளைவுகளின் ஆரைகள்

அவற்றின் உச்சியை நெருங்கும்பொழுதே குறைவதால், இடைநிலை வளைவுகளைக்கொண்ட முகட்டு வளைவுகளின் உச்சிப் பகுதியில் காட்சிநிலைக் குறைந்தே இருக்கும்.

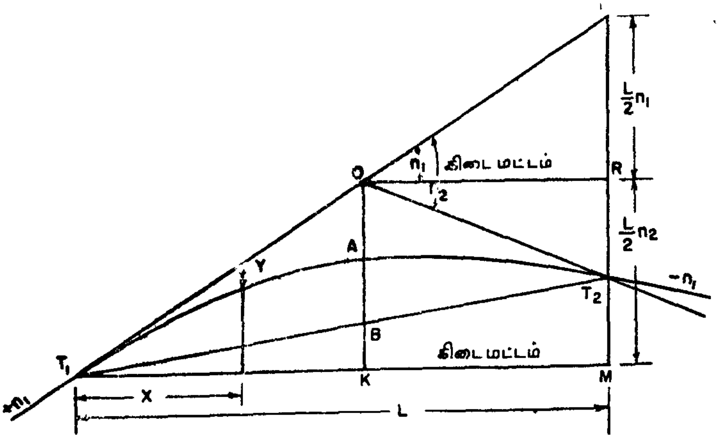
7-126· நடைமுறையில் எளிய பரவளைவையே அமைக்கின்றனர். ஏனெனில்:

(i) சாலைகளில் சாதாரணமாகக் குத்துவிலகுக் கோணம் மிகவும் சிறியதாகவும், வளைவின் நீளம் அதிகமாகவும் இருப்பதால், எளிய பரவளையம் குறிப்பிட்ட இருதொடு கோடுகளுக்கு இடையில் ஒத்திருக்கும்.

(ii) சாலை அமைக்கும் இடத்திலேயே எளிதில் கணக்கிடலாம். பார்வைத்தூரங்கள் தடைபடாத சிறு வளைவுகளில், இடைநிலை வளைவுகளையே அமைப்பது வழக்கம். (எடுத்துக்காட்டு): சிறு பாலங்களை அணுகும் இடங்கள். ஏனெனில், இடைநிலை வளைவுகளில் அதிர்வு ஒரு சிறிதும் தோன்றுவதில்லை.

முகட்டு வளைவுகளின் அமைப்பாண்மை

7-127. $T_1 O$, $T_2 O$ ஆகியவை இரு சந்திக்கும் சாய்வு விகிதக் கோடுகளாக இருக்கட்டும். அவற்றின் சாய்வு விகிதம் முறையே n_1, n_2 ஆக இருக்கட்டும். $T_1 T_2$ ஆகிய இரு தொடு



படம் 7-81.
பரவளைவான முகட்டு வளைவு

கோடுகளுக்கு இடையே $T_1 A T_2$ என்ற எளிய பரவளைவு இருக்கட்டும்.

T_1-லிருந்து X கிடைத்தூரத்தில், சாய்வு விகிதக் கோடு $T_1 O$-விற்கும் பரவளைவிற்கும் இடையேயுள்ள குத்துத் தூரம் y ஆக இருக்கட்டும்.

பிறகு,

$$y = \frac{x^2}{C} \text{ (C : ஒரு மாறு எண் அல்லது மாறிலி) ... } \quad (7\text{–}46)$$

படம் 7–31–லிருந்து,

$$PT_2 = PR + RT_2$$

$$= \frac{L}{2} n_1 + \frac{L}{2} n_2$$

$$= \frac{L}{2} (n_1 + n_2) = \frac{L}{2} N$$

வளைவின் ஈற்றுப்புள்ளியான T_2–வில்

$$x = L \,.\,, y = PT_2 = \frac{L}{2} N$$

இவற்றை 7–46-ல் பிரதியிட

$$\frac{L}{2} N = \frac{L^2}{C} \,.\, \therefore C = \frac{2L}{N} \ldots$$

முகட்டு வளைவின் ஆரை

7-128. வளைவின் மீதுள்ள ஏதாவது ஒரு புள்ளியில், ஆயக் கூறுகள் (x, y) என இருக்கட்டும். அந்தப் புள்ளில் ஆரை R ஆக இருக்கட்டும் தட்டையான வளைவுகளில் $\frac{1}{R} = \frac{d^2 y}{d x^2}$

பரவளைவின் சமன்பாடு $y = \dfrac{x^2}{C}$

$$\therefore \frac{dy}{dx} = \frac{2x}{C}$$

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{2}{C}$$

அதாவது, $\dfrac{1}{R} = \dfrac{2}{C}$ அல்லது $R = \dfrac{C}{2}$

அதாவது ஆரை ஒரு மாறிலி. எனவே, செயலளவில் பரவளைவினை வட்ட வளைவிற்கு இணையாகக் கருதலாம்.

ஆனால், $C = \frac{2L}{N}$

$$\therefore R = \frac{L}{N} \qquad \ldots \quad (7\text{-}47)$$

முகட்டு வளைவின் நீளம்

7-129. முகட்டு வளைவின் நீளம்

(i) விலகுக் கோணம் Nஐயும்,

(ii) தேவைப்படும் பார்வைத் தூரத்தையும் சார்ந்துள்ளது.

சாய்வு விகிதத்தினைப்பற்றியும், பார்வைத் தூரங்களை நிர்ணயிப்பதுபற்றியும் முன்பே கண்டோம். சாய்வு விகிதங்களிலிருந்து விலகுக் கோணத்தையும், சந்திக்கும் புள்ளியின் தூரத்தையும் அறியலாம்.

முகட்டு வளைவின் நீளத்தைக் கணக்கிடும்போது இருவேறு நிலைமைகள் எழுகின்றன.

(A) கடப்பதற்கு வேண்டிய பார்வைத் தூரங்கள் (Passing Sight Distances): - நிகழ்வுக் கூறு 1- (Case. 1)

7-130. முகட்டு வளைவின் நீளம் பார்வைத் தூரத்தைக் காட்டிலும் அதிகமாயிருத்தல். அதாவது $L > S$.

படம் 7-32 (b)-ல் $T_1 A T_2$ பரவளைவைக் குறிக்கிறது. T_1, T_2 என்ற இரண்டும் தொடு புள்ளிகள்.

$S_1 S_2 = S =$ தேவையான பார்வைத்தூரம்.

$H =$ சாலை மட்டத்திலிருந்து ஓட்டுநரின் பார்வை உயரம்.

$N =$ விலகுக் கோணம் POT_1.

$L =$ வளைவின் கிடைமட்ட எறிவுப் படிவம் (Horizontal Projection) $= T_1 M$.

வளைவுகள் தட்டையாயும், நீளமுடனும் இருப்பதால் நடைமுறையில் இதனையே வளைவின் நீளமாகக் கொள்ளலாம்.

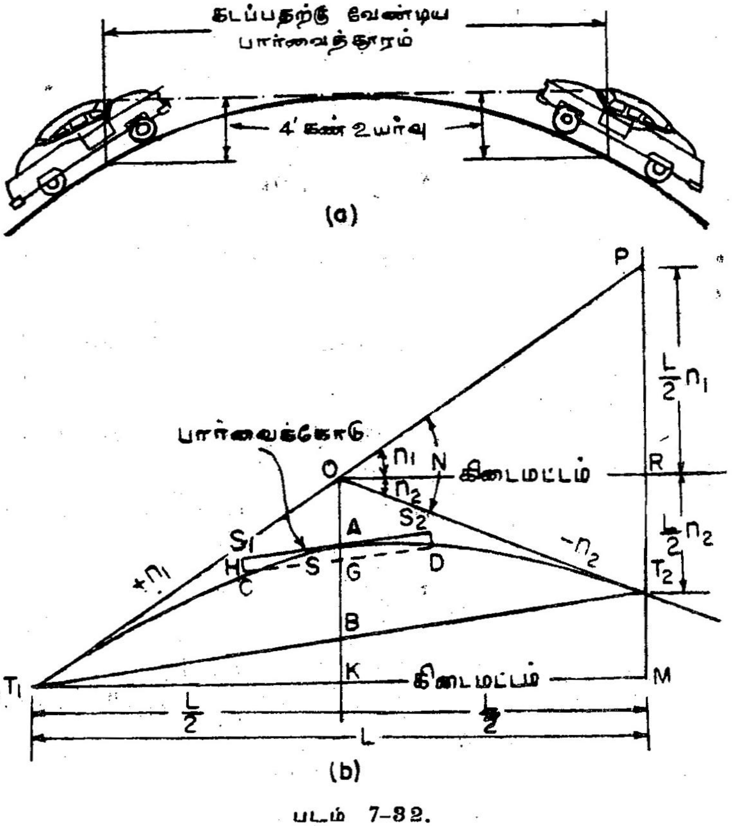
பின்பு, $PT_2 = PR + RT_2$.

$$= \frac{Ln_1}{2} + \frac{Ln_2}{2} = \frac{L}{2}(n_1 + n_2)$$

$$= \frac{L}{2} N.$$

பரவளைவின் இயல்புப்படி,

$$\frac{AG}{AB} = \frac{CD^2}{(T_1T_2)^2}$$



படம் 7-32.
(a, b) பார்வைத்தூரத்திற்கும், முகட்டு வளைவின் நீளத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு (L>S).

$$\text{ஆனால், } AB = \frac{1}{2} OB$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} PT_2$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{LN}{2} = \frac{LN}{8}$$

$$AG = H$$

மேலும், $T_1 \; T_2 = L$

$$\therefore \frac{H}{LN/8} = \left(\frac{S}{L}\right)$$

அல்லது, $\frac{BH}{LN} = \frac{S^2}{L^2}$

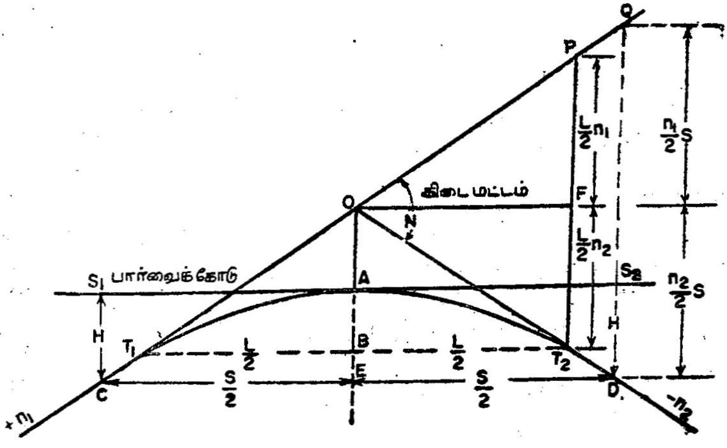
அதாவது, $L = \frac{NS^2}{8H}$

$H = 4$ அடி எனக் கொண்டால்,

$$L = \frac{NS^2}{8 \times 4} = \frac{NS^2}{32}. \qquad \ldots (7\text{–}48)$$

நிகழ்வுக் கூறு II

7–131. வளைவின் நீளம் பார்வைத் தூரத்தைக்காட்டிலும் குறைவாக இருத்தல். அதாவது $L < S$.



படம் 7–33.
பார்வைத்தூரத்திற்கும் முகட்டு வளைவின் நீளத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு ($L < S$)

முன்பிருந்த அதே குறிமான முறைகளை இங்கும் பயன் படுத்தலாம்.

$$OA = \frac{1}{2} \; OB = \frac{1}{4} \cdot PT_2$$

$$= \frac{1}{4} \left(\frac{Ln_1}{2} + \frac{Ln_2}{2}\right)$$

$$= \frac{LN}{8}$$

படம் 7–33–ல் $OE = OA + AE$

$$= \frac{LN}{8} + H \qquad \ldots \qquad (a)$$

$$OE = \frac{1}{2} QD$$

$$= \frac{1}{2}\left(\frac{n_1 S}{2} + \frac{n_2}{2} S\right) = \frac{SN}{4} \qquad \ldots \qquad (b)$$

(a), (b) ஆகியவற்றிலிருந்து,

$$\frac{LN}{8} + H = \frac{SN}{4}$$

$$\therefore L = 25 - \frac{8H}{N}$$

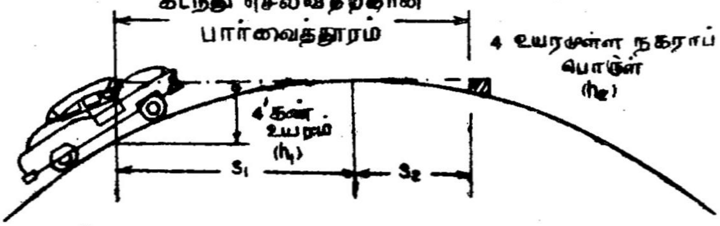
$H = 4$ அடி எனக் கொண்டால்,

$$L = 25 - \frac{32}{N} \qquad \ldots \qquad (7\text{–}49)$$

(B) கடந்து செல்லாததற்கான பார்வைத்தூரம் (Non–Passing Sight Distance)

நிகழ்வுக் கூறு I

7–132. முகட்டு வளைவின் நீளம் பார்வைத்தூரத்தைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருத்தல். அதாவது, $L > S$. இந் நிலையில் வளைவின் முகட்டிற்கு அப்பால் உள்ள பொருளொன்றின் மேற்புறத்தை ஓட்டுநர் பார்க்க இயலும்.



படம் 7-34.
கடந்து செல்லாததற்கான பார்வைத்தூரம். ($L > S$).

இங்கு,

h_1 = விளைவிற்குமேல் ஓட்டுநரின் கண்மட்ட உயரம் (= 4')

h_2 = நகராவண்ணம் பொருத்தப்பட்டுள்ள பொருளின் உயரம் (=4'').

S_1 = முகடிற்கும், ஓட்டுநரின் கண்ணிற்குமுள்ள கிடைத் தூரம்.

S_2 = முகடிக்கும், பொருளுக்குமுள்ள கிடைத்தூரம்.

பரவளைவின் சமன்பாட்டிலிருந்து,

$h_1 = \frac{S_1^2}{C}$ அல்லது, $S_1 = \sqrt{C h_1}$

மேலும் $h_2 = \frac{S_2^2}{C}$. அல்லது, $S_2 = \sqrt{C h_2}$

C ஒரு மாறிலி என்றும், அதன் மதிப்பு $\frac{2L}{N}$ என்றும் முன்பே கண்டோம்.

$$\begin{aligned} \therefore S &= S_1 + S_2 \\ &= \sqrt{Ch_1} + \sqrt{Ch_2} \\ &= \sqrt{C}\{\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\} \\ &= \sqrt{\frac{2L}{N}}\{\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\} \end{aligned}$$

சாதாரணமாக $h_1 = 4'$ எனவும், $h_2 = 4'' = 0{\cdot}33'$ எனவும் எடுத்துக்கொள்ளலாம்.

$$\begin{aligned} \therefore S &= \sqrt{\frac{2L}{N}}\{\sqrt{4} + \sqrt{0{\cdot}33}\} \\ &= 3{\cdot}645\sqrt{\frac{L}{N}} \end{aligned}$$

அல்லது, $L = \frac{NS^2}{13{\cdot}286}$ ... (7-50)

நிலைக்கூறு II

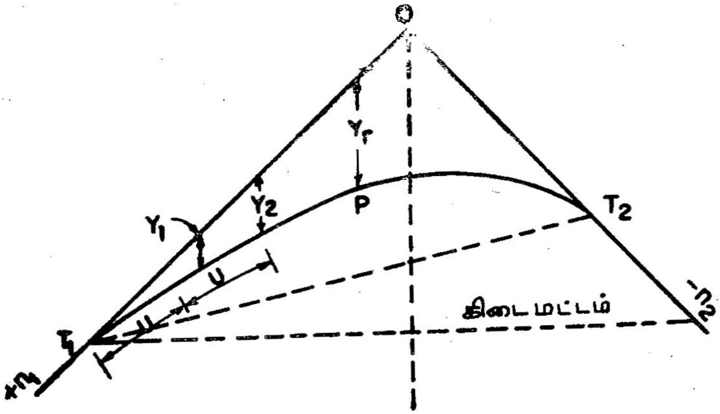
இதேபோன்று வளைவு நீளம் பார்வைத்தூரத்தைக் காட்டிலும் குறைவாக இருக்கும்போது ($L<S$) வளைவு நீளம்

$L = 25 - \frac{32}{N}$ என நிரூபிக்கலாம். ... (7-51)

குத்து வளைவின் மிகக்குறைந்த நீளம் 50 அடி என இந்திய சாலைக்குழு பரிந்துரை செய்துள்ளது.

முகட்டு வளைவின் ஆயக் கூறுகளைத் தீர்மானித்தல்

7–133. வளைவுகளை வரைவதற்கும், சாலை அமைவிடத்தில் குறிப்பதற்கும் ஏற்றவகையில் வளைவுப்பகுதியைச் சம அளவுள்ள நாண்களாகப் பிரித்து, வளைவின் ஆயக் கூறுகளைக் கணக்கிடலாம். இவ்வாறு வளைவைப் பிரிக்கும்பொழுது நாணின் நீளம் $\frac{R}{200}$ ஐக் காட்டிலும் குறைந்தும், சுமார் 50 நிலையங்களுக்கு (Stations) மிகாமலும் இருக்குமாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும்.



படம் 7·35
முகட்டு வளைவின் ஆயக் கூறுகளைத் தீர்மானித்தல்

படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு நிலையங்கள் 1, 2, 3, ... r–ல் உள்ள நிலைத்தூரங்கள் y_1, $y_,$, y_3, ... yr எனக்கொண்டால், கீழ்வரும் விதத்தில் அவற்றினைக் கணக்கிடலாம்.

பரவளைவின் சமன்பாடு $y = \frac{x^2}{C}$

$$y_1 = \frac{U^2}{C}$$ [இங்கு U நாணின் நீளத்தைக் குறிக்கும்].

$$y_2 = \frac{(2U^2)}{C} \text{ அல்லது } 2^2 \times \frac{U^2}{C}$$

$$= 2^2 . y_1$$

$$y_3 = \frac{(3U)^2}{C} \text{ அல்லது } 3^2 \times U^2/C$$

$$= 3^2 . y_1 .$$

....

$$yr = (r)^2 \times y_1 .$$

'r' ஆவது நாணின் இறுதியிலுள்ள புள்ளியை P என்றும், அதற்கு நேர் மேலே சாய்வு விகிதக்கோட்டிலுள்ள புள்ளியை Q என்றும், புள்ளி T_1-ன் குறைப்பு மட்டம் (Reduced Level) 100·00 என்றும் கொண்டால்,

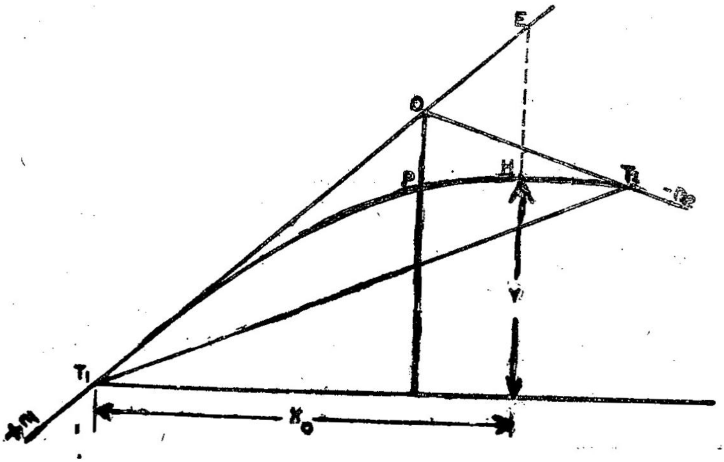
Q-வின் குறைப்பு மட்டம் $= 100{\cdot}00 + (r \times U)\, n_1$.

R-ன் குறைப்பு மட்டம் $=$ Q வின் குறைப்பு மட்டம் $- y_r$.

இவ்வாறே, வளைவின் மேலுள்ள மற்றப் புள்ளிகளின் குறைப்பு மட்டத்தினை அறியலாம்.

முகட்டு வளைவின் மிக உயர்ந்த புள்ளி

7-134. சில சமயங்களில் வடிமான வேலைக்கென்றும், மற்றும் பல காரணங்களுக்கென்றும், வளைவின் மிக உயர்ந்த புள்ளியை அறிதல் அவசியமாகிறது. இரு சாய்வு விகிதங்களும் சமமாக இருக்கும்போது அவை சந்திக்கும் இடத்திலுள்ள வெட்டுக் கோணத்தின் இருசம வெட்டிக்குச் சமச் சீராக (Symmetrical) வளைவு இருக்கும். இந்நிலையில் மிக உயர்ந்த புள்ளி, இரு சமவெட்டி வளைவைத்தொடும் புள்ளியில் இருக்கும். அவ்வாறன்றி, சாய்வு விகிதங்கள் சமமில்லாத போது வளைவு



படம் 7-36.
முகட்டு வளைவின் மிக உயர்ந்த புள்ளி

ஒருபுறம் ஒருக்கணித்து (Tilt) இருக்கும். இச் சமயத்தில், மிக உயர்ந்த புள்ளி இரு சம வெட்டியில் இல்லாமல் சாய்வு விகிதம் குறைந்த பகுதியில் இருக்கும்.

தொடுபுள்ளி T_1–லிருந்து Xo தூரம் தள்ளி உள்ள H என்ற புள்ளி மிக உயர்ந்த புள்ளியாக இருக்கட்டும்.

வளைவின் சமன்பாடு,

$$y = \frac{x^2}{C}$$

$$\therefore EH = \frac{x_0^2}{C}$$

மேலும் $EQ = n_1 x_0$.

$$\therefore HQ = y = EQ - EH$$

$$= n_1 x_0 - \frac{x_0^2}{C}$$

y மிக அதிகமாக இருக்கும்பொழுது, H உச்சப்புள்ளியாக இருக்கும்.

அதாவது, $\frac{dy}{dx} = 0$

அல்லது, $n_1 - \frac{2x_0}{C} = 0$

அல்லது, $x_0 = \frac{C}{2} n_1$

ஆனல், $C = \frac{2L}{N} = \frac{2L}{(n_1 + n_2)}$

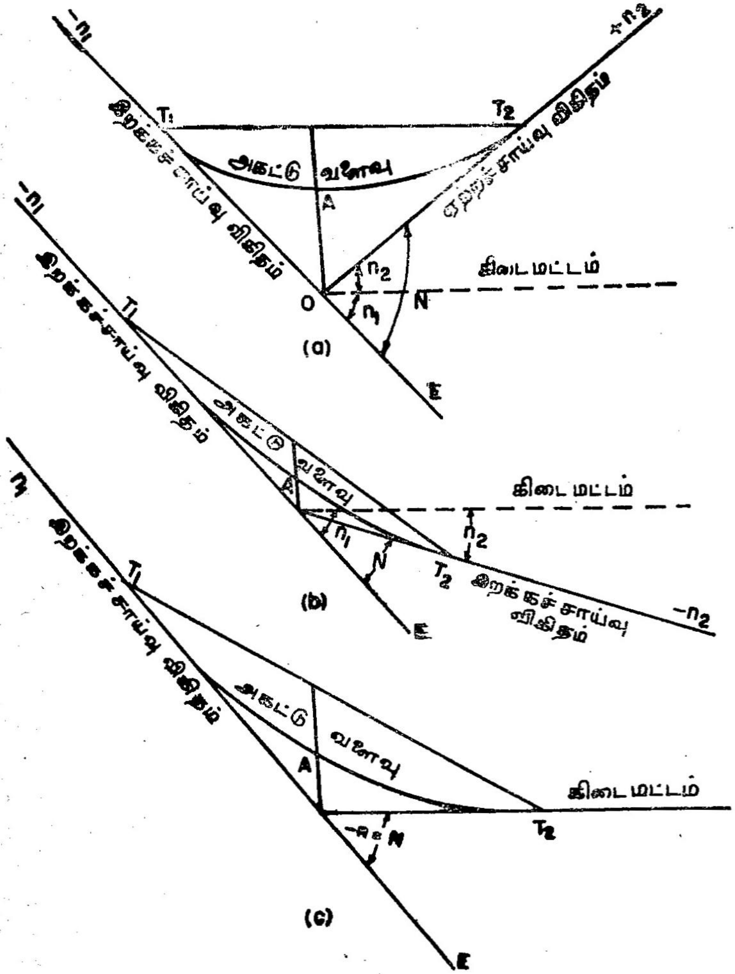
எனவே, $x_0 = \frac{n_1 L}{(n_1 + n_2)}$.

அதாவது, T_1 புள்ளியிலிருந்து $\frac{n_1 L}{(n_1 + n_2)}$ கிடைத்தூரத்தில் மிக உயர்ந்த புள்ளி அமையும்.

அகட்டு வளைவுகள்

7-135. குத்து வளைவு ஒன்று குழிந்திருந்தால் அதனை அகட்டு வளைவு அல்லது 'பள்ளத்தாக்கு வளைவு' என்று கூறலாம். இறங்கும் சாய்வு விகிதத் தளம் ஒன்று ஏற்றச் சாய்வு விகிதத் தளத்தினைச் சந்திக்கும் போதும், மற்ருேர் இறங்கும் சாய்வு தளத்தினைச் சந்திக்கும் போதும், அன்றி கிடைமட்டத்

தளத்தைச் சேரும் போதும், அகட்டு வளைவுகள் இடம் பெறுகின்றன.



படம் 7-37.
(a,b,c) அகட்டு வளைவுகள்

அகட்டு வளைவுகளின் விலகுக் கோணம்

7-136. முகட்டு வளைவைப் போன்றே அகட்டு வளைவி னிற்கும் விலகுக் கோணத்தை வரையறை செய்யலாம்,

அகட்டில் சந்திக்கும் இரு சாய்தளங்களின் சாய்வுக் கோணங்களின் குறியியல் வித்தியாசமே அகட்டு வளைவின் விலகுக் கோணமாகும்.

(1) இறக்கச் சாய்வு விகிதம், ஏற்றச் சாய்வு விகிதமும் சந்திக்கும் நிலை.

[படம் 7-37 (a)]

$$\text{விலகுக் கோணம் } N = \text{கோணம் } EOT,$$
$$= (-n_1) - (+n_2)$$
$$N = -(n_1+n_2)$$

(2) இறக்கச் சாய்வு விகிதமும், மற்ருேர் இறக்கச் சாய்வு விகிதமும் சந்திக்கும் நிலை.

[படம் 7-37 (b)] விலகுக் கோணம் $N =$ கோணம் $EOT,$

$$= (-n_1)-(-n_2)$$
$$N = -(n_1-n_2)$$

(3) இறக்கச் சாய்வு விகிதமும், கிடைமட்டமும் சந்திக்கும் நிலை.

[படம் 7-37 (c)]

$$\text{விலகுக் கோணம் } N = \text{கோணம் } EOT_2$$
$$= (-n_1) - (0)$$
$$N = -n_1$$

அகட்டு வளைவின் வடிவ அமைப்பு

7-137. அகட்டு வளைவில் ஊர்தி செல்லும் பொழுது மையவிலக்கு விசையின் குறிப்பிடத்தக்க பகுதி கீழ் நோக்கிச் செயல் புரியும். இது ஊர்தியின் எடையால் தோன்றும் அழுத்தத்துடன் ஒன்று சேர்ந்து டயரின் மேலும், சுருள் வில்லின் மேலும் அதிக அழுத்தத்தை ஏற்படுத்துகின்றது. திடீரென அகட்டு வளைவில் ஊர்தி நுழையும்போது, சீராகச் செல்லும்போது தோன்றும் தாக்குதலைக் காட்டிலும் இருமடங்கு அதிகமாக ஏற்படுகின்றது. இதனுல் ஊர்தியில் அதிர்வுகள் தோன்றுகின்றன. பேருந்துகளிலும், டிரக்குகளிலும் இவ்வித அதிர்வுகள் மிக அதிகமாகத் தோன்றுகின்றன. இதனுல் ஊர்திகள் விரைவில் பழுதடைய நேரிடுகிறது; சாலைகள் சீர்குலைகின்றன; பயணிகளும் இன்னல் படுகின்றனர். ஊர்தி வேகத்தின் வர்க்கத்தைப் பொறுத்து

மைய விலக்கு விசையின் அளவு அமைவதால், விரைந்து செல்லும் ஊர்திகள் பாதிக்கப்படுவதுடன், விபத்து நேரும் வாய்ப்புகளும் அதிகரிக்கின்றன.

7-138. எனவே, மைய விலக்கு விசை சீராகச் செயல் புரியும் வண்ணம் அகட்டு வளைவை அமைப்பது அவசிய மாகிறது. ஆகையால், வளைவின் நீளம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க வளைவாரையின் நீளம் குறையும் இயல்புள்ள அகட்டு வளைவைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். இடைநிலை வளைவுகளான சுருளி, இலெமினெஸ்கெட், முப்படிப் பரவளைவு ஆகிய மூன்றினையும் பயன்படுத்தலாம். துருவ விலகுக் கோணம் (Polar Deflection Angle) 4° வரையிலும் மேற்கூறிய மூன்று வளைவுகளும் நடை முறையில் ஒன்றுபோல் இருக்கும். சாலைகளில் 4°-க்குமேல் உள்ள அகட்டு வளைவுகள் மிகவும் குறைவு. முப்படிப் பரவளை யத்தைச் சாலை அமைக்கும் இடத்தில் எளிதில் குறிக்க இயலு மாகையால், அதனையே பெருமளவில் பயன்படுத்துகின்றனர்.

அகட்டு வளைவுகளின் தனி இயல்புகள்

7-139. நடைமுறையில் துருவ விலகுக் கோணம் மிகவும் குறைவாக இருப்பதினால், முப்படிப் பரவளையமும், சுருளியும் ஏறத்தாழ ஒன்றே. எனவே சுருளியின் இயல்புகளைப் பயன் படுத்தி அகட்டு வளைவின் இயல்பினை அறியலாம்.

சுருளியின் எந்த ஒரு புள்ளியிலும்,

$$l = c\sqrt{\phi} \qquad \text{(சமன்பாடு 7-17)}$$

இங்கு l = சுருளியின் தொடக்கத்திலிருந்து, குறிப் பிட்ட புள்ளி வரையிலுமுள்ள வளைவுத் தூரம்

ϕ = சுருளியின் தொடக்கத்திலிருந்து, அந்தப் புள்ளி வரையிலும் ஏற்படும் சரிவு விகித மாற்றம்

C = மாறிலி = $\sqrt{2 \times \text{குறிப்பிட்ட புள்ளியின் வளைவாரை} \times l}$

$$= \sqrt{2rl}$$

அல்லது $l = \sqrt{2rl\phi}$

$$l^2 = 2rl\phi$$

அல்லது $r = \dfrac{l}{2\phi}$ ... (7-52)

ஆரை முடுக்கத்தின் அதிகரிப்பு வீதம் (C') கீழ்வரும் சமன் பாட்டினுல் கொடுக்கப்படுகிறது :

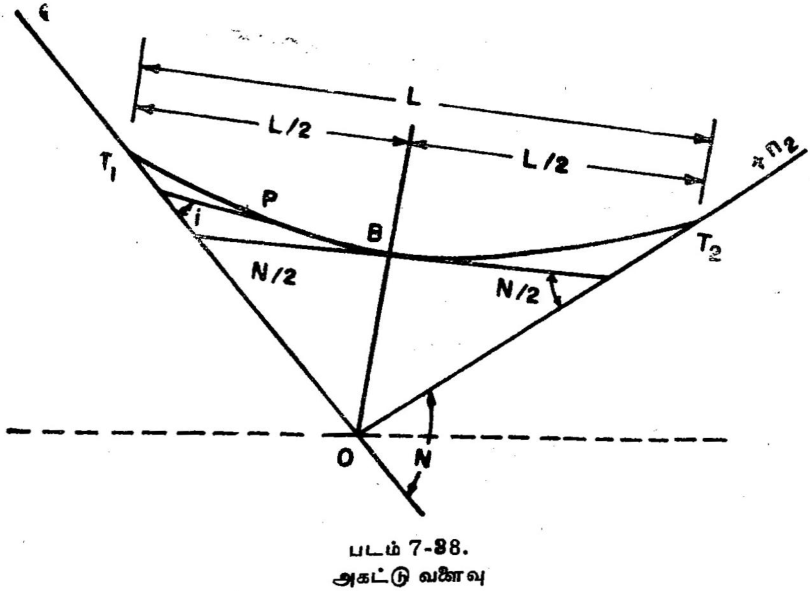
$$C' = v^3/LsR \text{ (சமன்பாடு 7–13)}$$

T_1-க்கும் O-விற்கும் இடையிலுள்ள வளைவின் நீளம் $\frac{L}{2}$ ஆகும்.

$$\therefore \; Ls = \frac{L}{2} \text{ (தோராயமாக)}$$

அல்லது $$C' = \frac{2v^3}{LR} \quad \ldots (7\text{-}53)$$

வசதியான பயணத்திற்கு C'–ன் மதிப்பு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு மேல் இருக்கக்கூடாது. இந்திய சாலைக்குழு C'-ன் மதிப்பு, குத்து வளைவுகளில். 2.0 அடி/செகண்டு³ எனப் பரிந்துரைத் துள்ளது.



படம் 7-38.
அகட்டு வளைவு

வளைவிலுள்ள B-ல்

$r = R$., $l = L/2$., $\phi = N/2$

சமன்பாடு $l = \sqrt{2rl\phi}$–ல் பிரதியிட

$$\frac{L}{2} = \sqrt{2\,R.\,\frac{L}{2}.\frac{N}{2}}$$

$$\therefore \; L = \sqrt{2\,RLN}$$

ஆனால் சமன்பாடு (7-35) - ன்படி

$$LR = \frac{2v^3}{C'}$$

Vஐ மை/ம என எடுத்துக் கொண்டால்

$v = 1{\cdot}47\ V$., மேலும் $C' = 2$

$$\therefore\ LR = \frac{2\times(1.47)^3 V^3}{2}$$

$$= 3{\cdot}15\ V^3$$

LR-ன் மதிப்பைப் பிரதியிட

$$L = \sqrt{2 \times 3{\cdot}15\ V^3\ N}$$

$$= 2{\cdot}5\,(N\ V^3)^{\frac{1}{2}} \quad \ldots \quad \ldots \quad (7\text{–}54.)$$

மேலும் எந்த ஒரு புள்ளியிலும் வளைவாரையின் நீளம்

$$r = \frac{l}{2\,\phi}$$

'O'-வில்

$$R = \frac{L}{2\,N}$$

தேக்காட்டின் ஆயக் கூறுகளில் முப்படிப் பரவளைவிற்கான சமன்பாடு

$$y = \frac{x^3}{b}\ . \quad \text{இங்கு } b = 6\,r\,l$$

O-வில்

$$b = 6 \times R \times \frac{L}{2} = 3\,R\,L$$

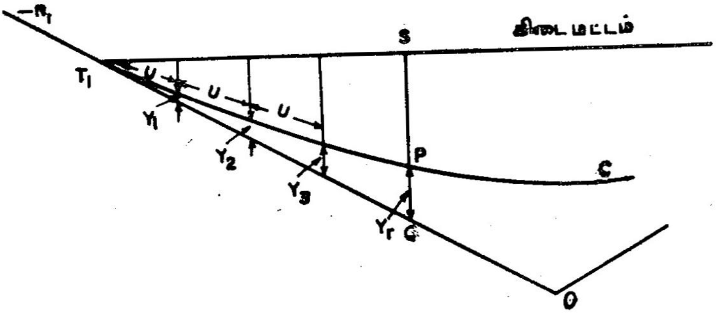
ஆனால் $R = \dfrac{L}{2\,N}$

$$\therefore \quad b = 3.\ \frac{L}{2\,N}\ .\ L = \frac{3\,L^2}{2N} \quad \ldots \quad \ldots \quad (7\text{-}55)$$

நடைமுறையில் மேற்கண்ட சூத்திரங்களின் அடிப் படையில் கணக்கிட்டுக் கிடைக்கும் நீளத்தை 20 அடி மடங்கின் திருத்தமாகச் சரிசெய்வர். ஏனெனில், சாலை அமைப்பிடத்தில் 10 அடி அல்லது 20 அடி நீளத்திற்கு நாண் குறிக்கும்பொழுது வளைவுத் துண்டுகள் முழு எண்ணிக்கையில் கிடைக்கும்.

அகட்டு வளைவின் நிலைத்தூரங்களைக் கணக்கிடுதல்

7–140. அகட்டு வளைவொன்றில் எப்பொழுதும் இரண்டு இடைநிலை வளைவுகள் அதாவது முப்படிப் பரவளைவுகள், சமமாகவும், மறுதலித்தும் (Reversed) இருக்கும். இவற்றுள் ஏதாவது ஒரு வளைவை எடுத்துக் கொள்வோம். வளைவு T_1C 'U' அடி நீளமுள்ள (10 அடி அல்லது 20 அடி நீளமுள்ள) நாண்களாகப் பிரித்துக் கொள்ளலாம்.



படம் 7-39.
அகட்டு வளைவின் நிலைத்தூரங்கள்

வளைவின் சமன்பாடு

$$y = \frac{x^3}{b}$$

நிலைத்தூரம் $y_1 = \frac{U^3}{b}$

$$y_2 = \frac{(2U)^3}{b} \; y_1 \times 2^3$$

$$y_3 = \left(\frac{3\,U}{b}\right)^3 = y_1 \times 3^3$$

... ...

$$y_r = \left(\frac{r\,U}{b}\right)^3 = y_1 \times r^3$$

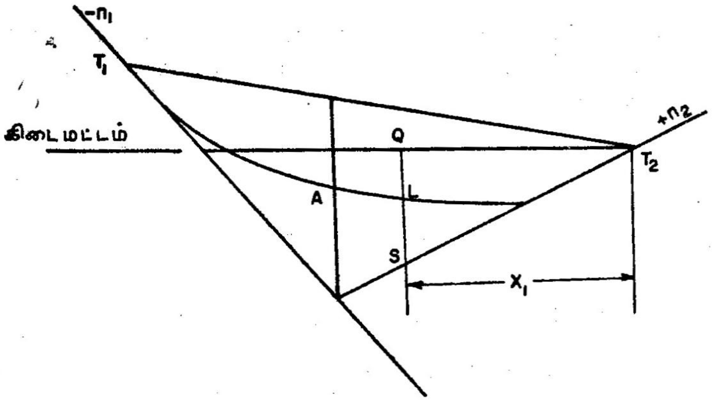
தொடுபுள்ளி T_1–ல் குறைப்பு மட்டம் 100·00 என்றால், r ஆவது நாணின் முடிவிலுள்ள புள்ளி P-ன் குறைப்பு மட்டம்

$$= 100{\cdot}00 - sQ + PQ$$

$$= 100{\cdot}00 - r.\,Un_1 + y_r \quad . . , \quad . . . \quad (7{\cdot}56)$$

அகட்டு வளைவில் மிகத் தாழ்ந்த புள்ளி

7-141. வடிபுழைகள் (Scuppers), வடிகால்கள் (Drains) போன்றவற்றை அமைப்பதற்கு அகட்டு வளைவின் மிகத் தாழ்ந்த புள்ளி தெரியவேண்டும். சமமற்ற சாய்வு விகிதங்கள் இருந்தால், இப் புள்ளி சாய்வு விகிதம் குறைந்த பகுதியில் இருக்கும்.



படம் 7-40.
அகட்டு வளைவில் மிகத் தாழ்ந்த புள்ளி

வளைவில் L என்பது மிகத் தாழ்ந்த புள்ளி. அது T_2-வி விருந்து X_1 கிடைத் தூரத்தில் உள்ளது. $O\,T_2$ஐச் சாய்வு விகிதம் குறைந்த பகுதியாகக் கொள்வோம். T_2 வழியே வரையப்படும் கிடைமட்டக் கோட்டிலிருந்து L-ன் நிலைத்தூரம் y_1 என்று கொண்டால்,

$$y_1 = QL = QS - LS$$
$$= n_2\,x_1 - \frac{x_1^{\,3}}{b}$$

y_T மிக அதிகமாக இருந்தால் 'L' மிகத் தாழ்ந்த புள்ளியாக இருக்க முடியும்.

$$\text{அதாவது} \quad \frac{d\,y_1}{d\,x_1} = 0$$

$$\text{அதாவது } n_2 - \frac{3\,x_1^{\,2}}{b} = 0$$

$$\text{அல்லது } x_1 = \sqrt{\frac{b\,n^2}{3}}$$

$$\text{ஆனால்} \quad b = \frac{3}{2} \cdot \frac{L^2}{N} \quad (\text{சமன்பாடு } 7\text{–}55)$$

$$\therefore \quad x_1 = L\sqrt{\frac{n_2}{2N}}$$

மோதல் விகிதம் (Impact Factor)

7–142. மிக அதிக மைய விலக்கு விசைக்கும், ஊர்தியின் எடைக்குமுள்ள விகிதமே 'மோதல் விகிதம்' ஆகும். இதனைச் சதவீதத்தில் கூறுவது வழக்கம்.

மைய விலக்கு விசை

$$F = \frac{W}{g} \times \frac{v^2}{r} \text{ பவுண்டுகள்.}$$

இங்கு W = ஊர்தியின் எடை, பவுண்டில்.

v = வேகம் அடி/செகண்டு.

r = குறிப்பிட்ட புள்ளியில், வளைவு ஆரை அடியில்

r மிகக் குறைவாக இருக்கும்பொழுது, மைய விலக்கு விசை மிகவும் அதிகமாக இருக்கும். அதாவது இடைநிலை வளைவில் இறுதியில் $r = R$ ஆக இருக்கும்பொழுது இது நிகழும்.

$$\therefore \text{ மிக அதிக } F = \frac{W}{g} \times \frac{v^2}{R}$$

I மோதல் விகிதமானால்,

$$I = \frac{F \text{ மிக அதிகம்}}{W} \times 100 \text{ சதவீதம்}$$

$$= \frac{v^2}{gR} \times 100$$

ஆனால் $R = \frac{L}{2N}$., $v = 1{\cdot}47\ V.$, $g = 32{\cdot}2$ அடி/செகண்டு^{2}.

$$I = \frac{(1{\cdot}47\ V)^2 \times 2N}{32{\cdot}2 \times L} \text{ சதவீதம்}$$

$$= \frac{0{\cdot}134\ V^2\ N}{L} \text{ சதவீதம்.}$$

மோதலினால் ஊர்தியின் உடல்பகுதிகளிலும், டயர்களிலும், சாலைப் பரப்பிலும் அதிக அளவு தாக்குதல் ஏற்படுகின்றது. பயணிகளுக்கும் வசதி குறைய வாய்ப்பு இருக்கிறது. எனவே, மோதல் விகிதம் குறைவாக இருத்தல் நலம். சாலையின் மேற் பரப்பிலுள்ள மேடு, பள்ளம், நன்கு அமைக்கப்படாத வளைவுகள் ஆகியவற்றைக் கருத்தில் கொண்டால், மோதல் விகிதத்தின் மிக அதிக அளவு 17 சதத்திற்கு மேல் இருக்கக் கூடாது.

மூன்றும் பகுதி

மண்ணியல், மண்வகைப் படுத்தல், மண் வேலை

(Soil Mechanics, Soil Classification and Earth Work)

8. மண்ணியல்

(Soil Mechanics)

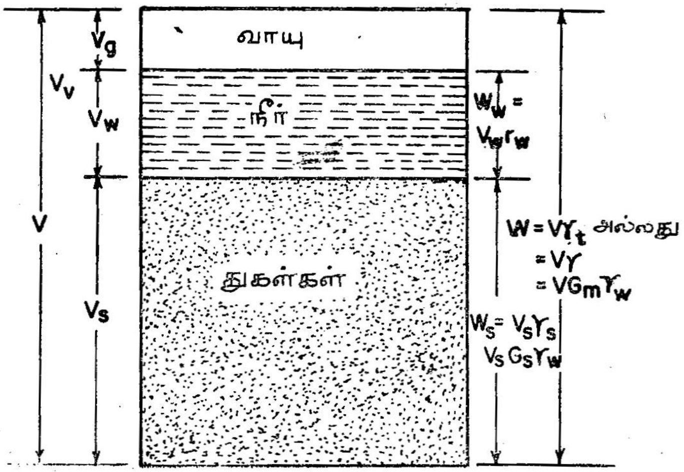
அறிமுகம்

8-1. சாலைகளும், வீதிகளும் மண்ணின் மேல்தான் அமைக்கப்படுகின்றன. எனவே மண்ணின் இயல்பினை அறிதல் இன்றியமையாததாகிறது. மண்ணின் பொறியியல் பற்றிய அறிவியலை நாம் மண்ணியல் என்கிறோம்.

சில அடிப்படைகள்

8-2. மண்துகள்கள், இடைவெளிப் பகுதி (Voids) ஆகியவற்றினால் ஆனதே மண்திரள் அல்லது மண்கட்டி (Soil Mass) எனப்படும். மண் திரளிலுள்ள இடைவெளிப் பகுதி முழுவதிலும் காற்று நிரம்பி இருக்கலாம்; அல்லது நீர் நிரம்பி இருக்கலாம். அன்றி காற்று-நீர் இவையிரண்டும் நிரம்பி இருக்கலாம். மண் திரளின் மொத்த கன அளவு V எனக் கொள்வோம். அதில் மண்துகள்களின் கன அளவு மட்டும் V_s என்றும், இடைவெளிப் பகுதியின் கன அளவு V_v என்றும் கொள்வோம். இடைவெளிப்

பகுதியின் கன அளவில் நீரின் கன அளவு *Vw* என்றும், வாயுவின் கன அளவு *Vg* என்றும் கருதுவோம்.



படம் 8-1.

மண் திரளின் ஆக்கக் கூறுகள்

Vs, *Vw*, *Vg* ஆகியவற்றின் கன அளவுகள் படத்தில் குறிக்கப்பட்டுள்ளன (படம் 8-1).

உண்மையில் இடைவெளிப் பகுதியையும், மண்துகள்களையும் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு பிரிக்க இயலாதெனினும், பகுப்பாய்வின் பொருட்டு (Analysis) அவ்வாறு காண்பிக்கப் பட்டுள்ளது. மண்ணியலில் பெருமளவிற்குப் பயன்படும் சில அடிப்படைகளைப்பற்றி இங்குக் காண்போம்.

நுண்துளை விகிதம் (Porosity) n

8–3. இடைவெளிப் பகுதியின் கன அளவிற்கும், மண் திரளின் மொத்த கன பரிமாணத்திற்குமுள்ள விகிதத்தினை நுண் துளை விகிதம் என வரையறுத்துள்ளனர்.

அதாவது $n = \frac{V_v}{V}$ ... ... (8-1)

இடைவெளிப் பகுதி விகிதம் (Void Ratio) e

8-4. இடைவெளிப் பகுதியின் கன அளவிற்கும் மண் துகளின் கன பரிமாணத்திற்குமுள்ள விகிதத்தினை இடைவெளிப் பகுதி விகிதம் என வரையறுத்துள்ளனர்.

$$\text{அதாவது,} \quad e = \frac{Vv}{Vs} \qquad \ldots \qquad \ldots \qquad (8\text{–}2)$$

தெவிட்டு நிலை விகிதம் (Degree of Saturation) S

8–5. நீர் கன அளவிற்கும், இடைவெளிப் பகுதியின் கன அளவில் உள்ள விகிதத்தினைத் தெவிட்டு நிலை விகிதம் என்று வரையறுக்கலாம்.

$$\text{அதாவது} \quad S = \frac{Vw}{Vv} \qquad \ldots \qquad \ldots \qquad (8\text{-}3)$$

மேற்கண்ட மூன்று சமன்பாடுகளின் இடைவெளிப் பகுதி விகிதம் மட்டும் விகிதத்திலும், மற்றைய இரண்டினையும் (8–1, 8–3) சதவீதத்திலும் கூறுவது வழக்கம்· இச் சமன்பாடுகள் யாவும் கன அளவின் அடிப்படையில் எழுந்தவையாகும்.

8–6. மண் திரளின் மொத்த எடை W எனவும், மண் துகள்களின் எடை Ws எனவும், நீரின் எடை Ww எனவும் இருக்கட்டும். W, Ws, Ww ஆகியவை படத்தில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன (படம் 8–1).

ஈர அடக்கம் (Moisture Content)

நீரின் எடைக்கும், மண்துகள்களின் எடைக்கும் உள்ள விகிதம் ''ஈர அடக்கம்'' என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$\text{அதாவது} \quad w = \frac{Ww}{Ws} \qquad \ldots \qquad (8\text{–}4)$$

சாதாரணமாக இதனைச் சதவீதத்தில் கூறுவது வழக்கம். மண்ணின் இயல்பினைப் பெருமளவிற்கு மாற்ற வல்லது நீரின் அளவே ஆகும். அதாவது, ஈர அடக்கம் மண்ணின் இயல்பினைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றது.

8–7. ஓரலகு எடையினை (Unit Weight) γ எனக் குறிக்கின்றோம். ஓரலகு கன அளவுள்ள பொருளின் எடையை 'ஓரலகு எடை' என்கிறோம். மண் திரளின் ஓரலகு எடை γ_t என்றும், மண் துகள்களின் ஓரலகு எடை γ_s என்றும், நீரின் ஓரலகு எடை γ_w என்றும் கொண்டால்,

$$\gamma_t = \frac{W}{V} \quad \ldots \quad \ldots \quad (8\text{-}5)$$

$$\gamma_s = \frac{Ws}{Vs} \quad \ldots \quad \ldots \quad (8\text{-}6)$$

$$\gamma_w = \frac{Ww}{V\omega} \quad \ldots \quad \ldots \quad (8\text{-}7)$$

ஆகிய சமன்பாடுகள் கிடைக்கின்றன. இயல்பான நிலைமைகளில், வெப்ப நிலைக்கேற்ப நீரின் ஓரலகு எடை (γ_w) 1·000 லிருந்து 0·995கி/க.செமீ வரை வேறுபடுகின்றது. பொதுவாக 1·000 கி/க.செமீ என, மண்ணியலில் எடுத்துக் கொள்ளப் படுகிறது.

8-8. இயற்பியல் நூல்களில் (Physics) ஒப்படர்த்தியினை (Specific Gravity) 'ஏதாவது ஒரு பொருளின் ஓரலகு எடைக்கும், நீரின் ஓரலகு எடைக்கும் உள்ள விகிதம்' என வரையறுத்துள்ளார். மண்ணியலிற்கும் இது பொருந்தும். மண் திரளின் ஒப்படர்த்தியினை G_m என்றும், மண்துகள்களின் ஒப்படர்த்தியினை G_s என்றும் கொண்டால்,

$$Gm = \frac{\gamma_t}{\gamma_w} \quad \ldots \quad \ldots \quad (8\text{-}8)$$

$$Gs = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad \ldots \quad \ldots \quad (8\text{-}9)$$

ஆகிய சமன்பாடுகள் கிடைக்கின்றன. குவார்ட்ஸின் (Quartz) ஒப்படர்த்தி 2·67 ஆகும். பெரும்பான்மையான மண் வகைகளின் ஒப்படர்த்தி 2·65-லிருந்து 2·85 வரையிலும் இருக்கும். குறைந்த ஒப்படர்த்தி இருந்தால் அம் மண்ணில் கரியச் சேர்மானம் உள்ள தெனவும் (Organic Content), அதிகமாக இருந்தால் அடர்த்தி அதிகமுள்ள தாதுப் பொருள்கள் சேர்ந்திருக்கின்றன என்றும் அறிந்து கொள்ளலாம். நடைமுறையில் மண் திரளின் ஓரலகு எடையைக் குறிக்க γ_t என்பதற்குப் பதிலாக γ வையும், மண்துகள்களின் ஒப்படர்த்தியினைக் குறிக்க Gs என்பதற்குப் பதிலாக Gஐயும் பெருமளவில் பயன்படுத்துகின்றனர்.

எடுத்துக்காட்டு:

8–9. சோதனைச் சாலையில் மண் மாதிரி யொன்றின் இயல்புகள் வருமாறு:

மண் திரளின் ஒப்படர்த்தி	:	1·91
மண் துகள்களின் ஒப்படர்த்தி	:	2·69
ஈர அடக்க விகிதம்	:	29·0 சதம்

மாதிரி மண்ணின் வெறுமைப் பகுதி விகிதம், நுண்துளை விகிதம், தெவிட்டு நிலை விகிதம் ஆகியவற்றினைக் காண்க.

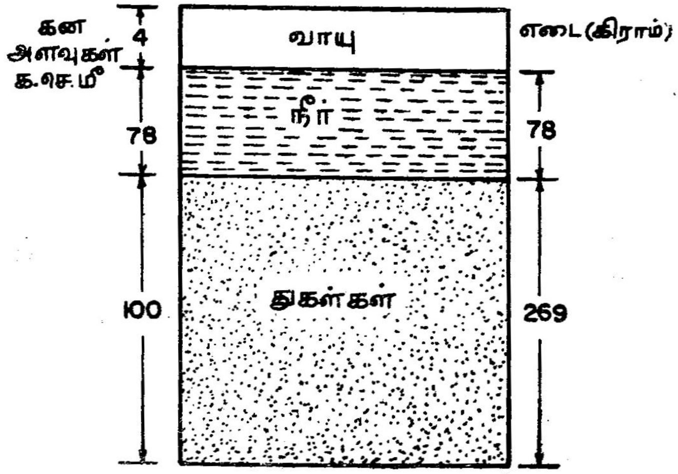
தீர்வு (Solution)

கொடுக்கப்பட்டுள்ள தகவலில் மண்திரளின் அளவு கொடுக்கப்படவில்லை. எனவே, மண் திரளின் கன அளவினையாவது, அல்லது மண்துகளின் கன அளவினையாவது, அல்லது எடையினையாவது, இடத்திற்கேற்ப நூறு அலகுகள் என எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

இங்கு $Vs = 100$ க.செமீ எனக் கொள்வோம்.

$G = 2{\cdot}69$ என்று இருப்பதால்,

$Ws = 100 \times 2{\cdot}69 = 269$ கி.



படம் 8-2.
மாதிரி மண்ணில் விகிதங்களைக் காணல்

$w = 29\%$ என இருப்பதால்

$Ww = 269 \times {\cdot}29 = 78$ கி.

$\therefore\ Vw = 78$ க.செமீ.

வாயுவின் எடையைப் புறக்கணித்தால்,

மொத்த தடை $W = Ws + Ww$

$= 269 + 78$

$= 347$ கி.

$Gm = 1·91$ ஆக இருப்பதால்,

$\gamma t = 1·91$ கி/க. செ மீ.

$V = \frac{347}{1·91} = 182$ க.செமீ.

$\therefore Vg = V - (Vs + Vw)$.

$= 182 - (100 + 78)$

$= 4$ க.செமீ.

இடைவெளிப் பகுதி விகிதம் $e = \frac{82}{100} = 0·82$

நுண்துளை விகிதம் $n = \frac{82}{(100+82)} = 0·45$

$= 45\%$

தெவிட்டு நிலை விகிதம் $S = \frac{78}{82} = 0·62$

$= 92\%$

32 இயற்பியல் சோதனைகள் (Physical Tests)

8-10. மண்ணின் இயல்புகளில் பெரும் மாற்றங்களை விளைவிப்பது நீரேயாகும். நுண்ணிய மண்ணை அதிக அளவு நீருடன் கலந்து நன்கு கலக்கினுல் அது உண்மையான தொரு பாய்மத்தைப்போன்று (Fluid) விளங்கும். இக் கலவையில் நுண்மண் கலந்திருப்பதால், அதன் அடர்த்தி தண்ணீரைக் காட்டிலும் சற்று அதிகமாக இருக்கும். அக் கலவையிலுள்ள நீர் சிறிது சிறிதாகக் குறைந்தால் பாய்ம நிலையிலிருந்து அது பாகு நிலையை அடைகிறது. பிறகு குழைவுள்ள திடப் பொருளாகவும், இறுதியில் ஏறத்தாழ எல்லா நீரும் வற்றியதும் திடப்பொருளாகவும் மாற்றமுறுகின்றது. இவ் வித மாற்றங்கள் நிகழும் சமயங்களில் மண்—நீர்க் கலவையின் ஈர அடக்கங்களே 'அட்டர்பர்க் வரம்புகள்' (Atterberg Limits) அல்லது 'இணக்க நிலை வரம்புகள்' (Consistency Limits) எனப்படுகின்றன. 32

33, 34

திரவ வரம்புகள் (Liquid Lmits) (LL)

8-11. மண்—நீர்க் கலவை பாகு நிலையிலிருந்து, குழைவுள்ள திடப்பொருளாக மாறுகின்றபோது உள்ள ஈர அடக்கமே திரவ

வரம்பு எனப்படுகிறது. இதனைத் திரவ வரம்புச் சோதனை மூலம் அறியலாம். கிண்ணமொன்றில் மண்—நீர்க் கலவையை வைத்து, அதன் மத்தியிலிருந்து 2 மிமீ அகலமும், 8 மிமீ ஆழமுமுள்ள வரிப்பள்ளம் (Groove) ஒன்று செய்யப்படுகிறது. செங்கோண மடக்கச்சு (Crank) ஒன்று இக் கிண்ணத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. செங்கோண மடக்கச்சினை இயக்குவதன் மூலம் கிண்ணத்தினை, அடியிலிருந்து 1 செமீ உயர்த்தித் திரும்பவும் பழைய நிலைக்கே கொண்டுவரலாம். செகண்டிற்கு இருமுறை மேல்—கீழாகக் கிண்ணத்தை இயக்கவேண்டும். குறிப்பிட்டதோர் ஈர அடக்கத்தில் மண் — நீர்க் கலவையைக் கிண்ணத்தில் இட்டு 25 முறை மேல் கீழாக ஏற்றி இறக்குவதால், வரிப்பள்ளத்தின் அடிவிளிம்பு சுமார் ½″ தூரத்திற்குத் தொடுமானால், இக் குறிப்பிட்ட ஈர அடக்கமே 'திரவ வரம்பு' எனப் படுகிறது (LL).

குழைவு வரம்பு (PL)

8–12. மண்-நீர்க் கலவையிலுள்ள ஈர அடக்கத்தை மேலும் குறைத்தால், அது குழைவு நிலையிலிருந்து பாதி திடநிலைக்கு மாற்றமுறுகின்றது. இவ்வாறு மாற்ற முறுகின்றபோது உள்ள மண் — நீர்க் கலவையின் ஈர அடக்கமே குழைவு – வரம்பு (PL) எனப்படுகிறது. குழைவான மண்ணை ⅛ அங்குலம் விட்டமுள்ள நூல் போல் உருட்டவேண்டும். மண் பொடிந்து விழாமல் இருந்தால், மறு முறையும் முதலில் கூறியவாறு உருட்ட வேண்டும். மண் பொடிந்து விழும் நிலையில் அதன் ஈர அடக்கமே குழைவு வரம்பு (PL) எனப்படுகிறது.

8–13. சில வகை மண் குழைவற்று (Non-Plastic) இருக்கும். போதிய அளவு நுண் பொருள்கள் இல்லாத மண் அதிக ஈர அடக்கத்துடன் இருப்பினும் குழைவற்று இருக்கும். இவ் வகை மண்ணின் குழைவு வரம்பினைக் கண்டுபிடிக்க இயலுவதில்லை. வேறு சில மண் வகைகளுக்குத் திரவ வரம்பிற்கும், குழைவு வரம்பிற்கும் வேறுபாடு ஏதும் இருப்பதில்லை அதாவது, குழைவுக் குறியீட்டு எண் 0. எனவே, இவ்விரு வகைகளையும் வேறுபடுத்திக் கூறுதல் இன்றியமையாததாகும்.

சுருங்கும் வரம்பு (Shrinkage Limit)

8–14. மண்—நீர்க் கலவையின் ஈர அடக்கம் குறையக் குறைய அக் கலவையின் கன அளவும் அதே வீதத்தில் குறைகிறது. இறுதியில், குழைவு வரம்பிற்கும் குறைந்ததோர் ஈர அடக்கத்தில் அக் கலவை பாதி திடநிலையிலிருந்து திட

நிலையை அடைகிறது. இந் நிலையில் அதன் கன அளவு மிகக் குறைந்து விளங்கும். இதற்குப்பின் ஈர அடக்கம் குறைந்தாலும், மண்—நீர்க் கலவையின் கன அளவு குறைவதில்லை. இவ்விதமாகக் கன அளவு மேலும் குறையாமலிருந்தும், அக் குறிப்பிட்ட நிலையின்போது உள்ள ஈர அடக்கமே 'சுருங்கும் வரம்பு' (SL) எனப்படுகிறது. சுருங்கும் வரம்பிற்குக் கீழுள்ள ஈர அடக்கத்தின்போது வெறுமைப் பகுதியில் நீருக்குப் பதில் காற்றிருக்கும். இதனால் மண்—நீர்க் கலவையில் கன அளவில் மாறுதல் ஏதும் நிகழ்வதில்லை.

8-15. இதற்கான சோதனை கீழ்க்காணும் முறையில் செய்யப்படுகின்றது. திரவ வரம்பினைக்காட்டிலும் அதிக ஈர அடக்கம் உள்ள மண்—நீர்க் கலவையைக் குறிப்பிட்ட அளவு எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். இதனை மூடு அடுப்பில் இட்டு (Oven) நன்கு உலர்த்தவேண்டும். இவ்வாறு உலர்த்தப்பட்ட பின்னர் அதன் எடையையும், பருமஅளவையும் கண்டுபிடிக்கின்றனர். இவற்றிலிருந்தும், முதலில் இருந்த நீர் அடக்கத்திலிருந்தும், மாதிரி மண் தெவிட்டு நிலையை அடையும்போது இருக்கும் நீர் அடக்கம் கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. இந் நீர் அடக்கமே 'சுருங்கும் வரம்பு' எனப்படுகிறது.

குழைவுக் குறியீடு (Plasticity Index)

8-16. மண் — நீர்க்கலவை குழைவுத் தன்மையுள்ள பொருளாக விளங்குவதற்கான ஈர அடக்கத்தின் நெடுக்கமே (Range) 'குழைவு நெடுக்கம்' (Plastic Range) எனப்படுகிறது. இதன் அளவு திரவ வரம்பிற்கும் குழைவு வரம்பிற்கும் உள்ள வித்தியாசமாகும். இதனை எண்ணால் குறிப்பிட்டுக் கூறுகையில், 'குழைவுக் குறியீடு' அல்லது 'குழைவுக் குறியீட்டு எண்' (Plasticity Index) என்றுகிறது.

குழைவுக் குறியீட்டு எண் (PI) = LL — PL.

பின்வரும் விளக்கப்படம் இவற்றினை விவரிக்கின்றது (பக்கம் 246).

மண்ணின் வலிவை அறிய நடத்தப்படும் சோதனைகள்

8-17. மண்ணின் வலிவை அறியப் பலவிதமான சோதனைகள் நடத்தப்படுகின்றன. மண்ணின் தாங்கு சக்தியை (Bearing Capacity) அறியச் செய்யப்படும் சோதனைகளை இருவகைப்படுத்தலாம். முதல் வகையில் புலத்தில் (Field) அமிழ்வு வீதம் (Rate of Settlement), அமிழ்வு அளவு (Total Settlement) ஆகியவற்றினை உலைவு செய்யப்படாத (Undisturbed)

மண்ணிலேயே சோதனைகள் நடத்தி அறிகின்றனர். இவை பாலங்கள், கட்டடங்கள், ஆகியவற்றின் கடைக்கால்கள் அமைப்பாண்மைக்குப் பயன்படுகின்றன.

குழைவுக் குறியீட்டு எண்ணை விளக்கும் படம்

மண் — ஈரம் அமைப்பின் அளவு கோல்			இயற்பியல் நிலை Physical State	இணக்க நிலை
LL	திரவ வரம்பு	குழைவு நெடுக்கம்	திரவம்	மிகவும் மென்மையாக இருத்தல்
			அரை–திட நிலை	மென்மையாக இருத்தல்
PL	குழைவு வரம்பு	குழைவுக் குறியீட்டு எண்		கெட்டியாக (Stiff) இருத்தல்
				மிகவும் கெட்டியாக இருத்தல்
SL	சுருக்கும் வரம்பு		திட நிலை	கடினமாக (Hard) இருத்தல்

8–18. இரண்டாம் வகையில் மண்ணை உலைவு செய்து, திரும்பவும் திண்மை செய்து, அதில் படித்தர முறைகளின்படி சோதனைகள் செய்கின்றனர். இவ்விரண்டாம் வகைச் சோதனைகளே நெடுஞ்சாலைகள் அமைக்கப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இவற்றுள் முக்கியமானவை உலர் அடர்த்தி – ஈர அடக்கம் ஆகியவற்றிற்குள்ள தொடர்பினை (Relationship-Between Dry Density and Moisture Content) அறிய நடத்தப்படும் சோதனைகள், புலத்தில் மண் அடர்த்தி (Field Density) அறிய நடத்தப்படும் சோதனைகள், கலிஃபோர்னியா தாங்கு விகித சோதனை (California Bearing Ratio Test) போன்றவையாகும். இவற்றுள் முதல் சோதனையைப்பற்றி அடுத்த அத்தியாயத்தில் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

கலிஃபோர்னியா தாங்கு விகித சோதனை

8–19. இச் சோதனை கலிஃபோர்னியா மாநில நெடுஞ்சாலைத் துறையினரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இம்முறையைப்

பின்பற்றி சாலை அடுக்குகளின் (Courses) வலிவை அறியலாம். 3 ச. அங். பரப்புள்ள மூழ்கருவி (Plunger) நிமிடத்திற்கு 0.05" வீதம் திண்மைப்படுத்தப்பட்ட (Compacted) மண்ணினுட் செலுத்தப்படுகிறது. மண்ணைத் திண்மைப்படுத்திய உடனே யாவது அல்லது நான்கு நாள்களுக்குத் தண்ணீரில் ஊறவைத்த பிறகாவது அதனைச் சோதனைக்குட் படுத்தலாம். மண்ணைத் திண்மைப்படுத்த B S படித்தரங்களையாவது அல்லது படித்தர AASHO வகுத்துரைகளையாவது அல்லது மாற்றியமைக்கப்பட்ட AASHO வகுத்துரைகளையாவது பின்பற்றலாம். எம்முறையைப் பின்பற்றினும் அம்முறைக்கு உண்டான 'உகந்த ஈர அடக்கத் திற்கேற்ப' (Optimum Moisture Content) தண்ணீரை மண் ணுடன் சேர்த்துத் திண்மைப் படுத்த வேண்டும்.

8-20. மூழ்கருவி 0.025", 0.05", 0.075", 0.1", 0.15", 0.2", 0.3", 0.4", 0.5"—ஆகிய தூரங்களுக்குத் திண்மைப்படுத் தப்பட்ட மண்ணினுள் செல்லும் பொழுது கிடைக்கும் பளுவைக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். இதிலிருந்து 'பளு-ஊடுருவல்'—இவற்றின் தொடர்பினைக் குறிக்கும் வரைபடம் வரையப்படு கிறது. இவ்வரைபடத்திலிருந்து 0.1", 0.2" ஆகிய ஊடுருவல் களுக்கு எதிராகக் கிடைக்கும் பளுக்களை அறியலாம். இவற்றைப் படித்தரமான நொறுக்கப்பட்ட பாறைகளில் கிடைக்கும் பளுக்களுடன் ஒப்பிடவேண்டும். இதனைச் சத வீதத்தில் கூறினல், அதுவே அம்மண்ணின் 'கலிஃபோர்னியா தாங்கு வீத மதிப்பாகும்'. படித்தரமான நொறுக்கப்பட்ட பாறைகளுக்கு 0.1" ஊடுருவலுக்கான பளு 3,000 பவுண்டும், 0.2" ஊடுருவலுக்கான பளு 4,500 பவுண்டும் ஆகும்.

8-21. சாதாரணமாக இச் சோதனையில் 0.1" ஊடுரு வலுக்கான பளு 0.2" ஊடுருவலுக்கான பளுவைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருக்கும். இச் சமயங்களில் 0.1" ஊடுருவலுக்கான பளுவை அமைப்பாண்மைக்கு என்று எடுத்துக்கொள் கின்றனர். அப்படியல்லாமல் 0-2" ஊடுருவலுக்கான பளு அதிகமாக இருந்தால், திரும்பவும் வேறோர் ஊடுருவலுக்கான பளு அதிகமாக இருந்தால், திரும்பவும் வேறொரு மாதிரியின் மீது சோதனை நடத்தப்படுகிறது. இவ்விரண்டாவது சோதனை யிலும் 0.2" ஊடுருவலே அதிக பளுவைத் தருமாயின், அதனையே அமைப்பாண்மைக்குப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

நிலத்தள எதிர்வினை குணகம் (Modulas of Subgrade Reaction) K

8-22. மேற்கண்ட சோதனையைத் தவிர நிலத்தளத்தின் எதிர்வினை குணகத்தினை அறியும் சோதனையும் முக்கியமான

தொன்றும். சாதாரணமாக 'தட்டு—தாங்கு சோதனை மூலம்' (Plate-Bearing Test) 'நிலத்தள எதிர்வினை குணகம்' கண்டறியப் படுகிறது என்றாலும், சோதனை செய்யும் முறையில் வேறு படுகின்றது. 'அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள் பொறியாளர் அமைப்புக்குழு' (US Corps of Engineers) வினர் தந்துள்ள விவரங்களைப் பின்பற்றியே இச் சோதனை பெரும்பாலும் செய்யப்படுகின்றது. இதற்கான எஃகாலான 30'' விட்டமுள்ளத் தட்டு பயன்படுகிறது. வரைபடமொன்றில் மொத்த எடையைத் தட்டின் பரப்பால் வகுத்துக் கிடைக்கும் அழுத்தத்திற்கு (Pressure) எதிராகத் தட்டின் 'அமிழ்வு' குறிக்கப்படுகின்றது. முதல் $\frac{1}{20}$ அங். ஒதுக்கத்தில் (Deflection) இவ்வரை படத்தின் சரிவு (Slope) அல்லது சீகண்ட் குணகமே (Secant Modulas) நிலத்தள எதிர்விணை குணகம் ஆகும்.

மண் வகைப்படுத்தும் முறைகள் (Soil Classification Systems)

8-23. மண்ணைச் சார்ந்த பொறியியற் திட்டம் எதுவாயினும் 'மண் வகைப்படுத்தும் முறைகள்' மிகவும் பயன்படுகின்றன. வகைப்படுத்தும் முறைகளின் மண்ணைச் சுலபமான வழிகளில் அடையாளம் கண்டறிந்து, அவற்றின் இயல்புகளைத் தொகுத்து வரிசைப் படுத்தப்படுகின்றன. அதாவது மண்ணின் இயல்புகளுக் கேற்ப அவற்றைத் தொகுத்து வரிசைப் படுத்துதல் மண் வகைப்படுத்துதலின் முக்கிய நோக்கமாகும். பலவிதமான முறைகள் வழக்கத்தில் உள்ளன. இவற்றிலிருந்து மண்ணின் தன்மைகளை முன்கூட்டியே கூற முடியும். எனவே, இவை பொறியியற் திட்டங்கள் பலவற்றிலும் பயன் படுகின்றன. சான்றாக நெடுஞ்சாலை முன்னீடு சுற்றாய்வுகளில் (Preliminary Surveys) இவற்றைப் பயன்படுத்திச் சாலை அமைக்கப்போகும் இடத்திலுள்ள மண்ணின் இயல்புகளை ஓரளவு அறியலாம். ஆயினும், மண் வகைப்படுத்தும் முறைகளிலிருந்து மண்ணின் இயல்புகளை முற்றிலும் அறிய இயலுவதில்லை. சான்றாக வகைப்படுத்தும் முறையொன்றின்படி குறிப்பிட்டதொரு பகுதியிலுள்ள மண் சாலை அமைக்க ஏற்றதாய் இருக்கலாம். ஆனால், அம்மண்ணின் உறுதிநிலை, ஈர அடக்கம், திண்மை செய்யப்பட்ட அளவு (Amount of Compaction) ஆகியவற்றினை எந்த ஒரு வகைப்படுத்தும் முறையிலிருந்தும் அறிய இயலுவதில்லை.

8-24. தற்போது வழக்கத்திலுள்ள வகைப்படுத்தும் முறைகளைப்பற்றி சற்றுக் காண்போம்.

(1) புற இயல்புக் கூறுகளின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ள வகைப்படுத்தும் முறை (Based on The Mechanical Composition): இம் முறை புற இயல்பு பகுப்பாய்வின் (Mechanical Analysis) அடிப்படையில் மண்ணின் மேற்புற நயத்தினை (Texture) அறிந்து அவற்றினை வகைப்படுத்துவது ஆகும். இதனை 'நயத்தால் வகைப்படுத்தல்' (Textural Classification) எனலாம். இதற்கென பல நிறுவனங்கள் விளக்க வரைபடங்களைத் (Charts) தயாரித்துள்ளனர். (எடுத்துக்காட்டு): அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டின் பொதுச்சாலை, வேளாண்மைத் துறையினரால் தயாரிக்கப்பட்டுள்ள விளக்க வரைபடங்கள (Bureau-of Public Roads and Department of Agriculture, U.S.A.)

(2) மண் உலைவு செய்யப்பட்ட நிலையில் (Disturbed Condition) அதன் குழைவுத் தன்மை, பொறியியற் பண்புகள் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ள வகைப்படுத்தும் முறைகள்:

(a) பொதுச் சாலைகளுக்கான வகைப்படுத்தல் முறை (Public Road Classification) HRB அல்லது AASHO முறை.

(b) காஸகிராண்டே வகைப்படுத்து முறை (Casagrante's Classification); காஸகிராண்டே முறையின் திருத்தமான ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட வகைப்படுத்து முறை (Unified Soil Classification Which is a Modification of Casagrande's System).

(c) வானப் பயண நிறுவனங்களின் வகைப்படுத்து முறை (Federal Aviation Agency Classification System).

(d) திண்மை நிலையால் வகைப்படுத்து முறை (Compaction Classification): மண் உலைவு செய்யப்படாத நிலையில் (Undisturbed Condition) உள்ளபோது அதன் இயல்பின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ள வகைப்படுத்தும் முறைகள்:

(a) புலத்தில் செய்யப்படும் சோதனைகளின் அடிப்படையில் மண்ணின் பொதுவான தன்மைகளை விவரமாகக் கூறும் 'விவரமான வகைப்படுத்து முறை' (Descriptive Classification).

(b) புவியியல் வகைப்படுத்து முறை (Geological Classification).

(c) வேளாண்மை வகைப்படுத்து முறை (Pedological Classification devised by Agronomists).

8–25. மேற்கூறிய வகைப்படுத்து முறைகளுள் சில வற்றினையே நெடுஞ்சாலைகள், விமானத்தளங்கள் ஆகிய வற்றிற்குப் பயன்படுத்துகின்றனர். இவற்றினைப்பற்றி இப் பொழுது காண்போம்:

பொதுச் சாலைகளுக்கான வகைப்படுத்து முறை (HRB அல்லது AASHO) : சாலையின் நிலத்தளப் பொருள்களின் பொறியியற் பண்புகளின் அடிப்படையில், 1928 ஆம் ஆண்டு அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டிலுள்ள பொதுச்சாலை நிறுவனத்தினர் (Bureau of Public Roads, USA) தயாரித்துள்ளனர். இம் முறையில் எட்டு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு, ஒவ்வொன்றும் A–1, A–2 ... என வழங்கப்படுகிறது. புற இயல்புப் பகுப்பாய்வினைத் தவிர, குழைவுக் குறியீட்டு எண், சுருங்கும் தன்மைகள், மைய விலக்கு இணைமாற்று (Centrifugal equivalent). புல ஈர அடக்க விகித இணைமாற்று (Field Moisture equivalent) ஆகிய மற்ற இயல்புகளின் அடிப்படையிலும் மேற் கண்ட எட்டு பிரிவுகளும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

இம் முறை சுமார் 15 ஆண்டுகாலம் வழக்கிலிருந்தது. 1945 ஆம் ஆண்டு இம் முறையை நெடுஞ்சாலை ஆராய்ச்சிக் கழகத்தினர் (Highway Research Board-HRB) திருத்தியமைத் தனர். இதிலிருந்து இம் முறையை நெடுஞ்சாலை ஆராய்ச்சிக் கழகத்தினரின் வகைப்படுத்தும் முறை அல்லது அமெரிக்க மாநில நெடுஞ்சாலை அலுவலர்கள் கூட்டமைப்பு வகைப் படுத்தும் முறை (American Association of State Highway Officials), அல்லது பொதுச்சாலை நிறுவனத்தினரின் திருத்தி அமைக்கப்பட்ட வகைப்படுத்து முறை (Modified Bureau of Public Roads System) எனக் குறிப்பிடுகின்றனர். புற இயல்புப் பகுப்பாய்வு, குழைவு வரம்பு, திரவ வரம்பு ஆகிய மூன்றின் அடிப்படையில் திருத்தம் செய்யப்பட்ட முறை அமைக்கப் பட்டுள்ளது. இம் முறை நெடுஞ்சாலைப் பணிகளில் பெரிதும் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. இம் முறையில் மண்ணை இருபெரும் பிரிவுகளாகப் பிரித்துள்ளனர். அவையாவன :

(1) 200 கண்வலை சல்லடை வழியே (No. 200 Mesh Sieve) 35 சதமும் அதற்குக் குறைந்த அளவு மட்டுமே செல்லக்கூடிய பருவெட்டான பொருள்கள் (Coarse Particles).

(2) 35 சதத்திற்கு மேல் 200 கண்வலை சல்லடை வழியே செல்லக்கூடிய வண்டல் மண் —களிமண் பொருள்கள்.

8-27. இம் முறையில் A-1–லிருந்து A-7 ஈருக ஏழு பிரிவுகளாகப் பிரித்துள்ளனர். தவிரவும், 'தொகுப்புக் குறியீட்டு எண்' (Group Index–GI) எண்ணிஞல் அவற்றினைக் குறிக்கின்றனர். தொகுப்புக் குறியீட்டு எண், 200 கண்வலை சல்லடை வழியே செல்லும் மண்ணின் சத அளவு, திரவ வரம்பு, குழைவு வரம்பு ஆகிய மூன்றின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளது. தொகுப்புக் குறியீட்டு எண் GI = 0.2 a + 0 005 ac + 0·01bd. இங்கு,

a = 200 கண்வலை சல்லடை வழியே செல்லக்கூடிய அளவு, சதவீதத்தில். இது 35%-க்கு அதிகமாகவும் 75%-க்கு மேலிடாமலும் இருக்கவேண்டும். 0–விலிருந்து 40 வரையிலும் உள்ள முழு எண்களில் இதனைக் கூறலாம்.

b = 200 கண்வலை சல்லடை வழியே செல்லக்கூடிய அளவு, சதவீதத்தில். இது 15%-க்கு அதிகமாகவும், 55%–க்கு மேலிடாமலும் இருக்கவேண்டும். 0 - விலிருந்து 40 வரையிலும் உள்ள முழு எண்களில் இதனைக் கூறலாம்.

c = இஃகு 40–க்கு அதிகமாகவும், 60–க்குக் குறைவாகவும் இருக்கும் திரவ வரம்பின் பகுதி. இதனை 0-விலிருந்து 20 வரையிலுள்ள முழு எண்களில் இதனைக் கூறலாம்.

d = இது 10–க்கு அதிகமாகவும், 30–க்குக் குறைவாகவும் இருக்கும் குழைவுக் குறியீட்டு எண் (PI). இதனை 0 – விலிருந்து 20 வரையிலுள்ள முழு எண்களில் கூறலாம்.

இவ்வாறு கிடைக்கும் தொகுப்புக் குறியீட்டு எண்ணை அதற்கு அண்மையிலுள்ள முழு எண்ணிஞல் குறிப்பிட்டுப் பின்பு அதனைக் குறிப்பிட்ட தொகுப்புக்குப் பக்கத்தில் இடவேண்டும். சான்ருகத் தொகுப்புக் குறியீட்டு எண் 10 உள்ள A-5 மண்ணினை A–5 (10) எனக் குறிப்பிடவேண்டும்.

ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட வகைப்படுத்தும் முறை (Unified Classification System)

8-28. இம் முறை விமானதளத்திற்கென காஸகிராண்டேவிஞல் தயாரிக்கப்பட்ட விமானதள வகைப்படுத்து முறை (Airfield Classification) யினின்று பெறப்பட்டதாகும். புலத்தில் மண்ணை அடையாளம் காணப் பலமுறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றின் அடிப்படையில், ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட வகைப்படுத்து முறையில் மண்ணை வகைப்படுத்து

கின்றனர். இவற்றைப் பரிசோதனைகளின் அடிப்படையில் மேலும் பல உட்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கின்றனர். எல்லா மண்ணினையும் 15 பிரிவுகளாகப் பிரித்து, அவை ஒவ்வொன்றினையும் இரண்டு எழுத்துகள் மூலம் குறிக்கின்றனர். ஒவ்வோர் எழுத்தும் ஓர் அர்த்தத்தைத் தெரிவிக்கின்றன.

G—கப்பி (Gravel)	O—கரிமம் (Organic)
S—மணல் (Sand)	W—நல்ல தரநிலை (Well Graded)
M—வண்டல் மண் (Silt)	P—மோசமான தரநிலை (Poorly Graded)
C—களிமண் (Clay)	L—குறைந்த திரவ வரம்பு (Low LL)
P_t—புல்கரி (Peat)	H—அதிகத் திரவ வரம்பு (High LL).

8-29. மேற் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள எழுத்துகளின் கூட்டு மண்ணின் வகையினைக் குறிக்க உதவுகிறது. சான்றாக SP, மோசமாகத் தரநிலை செய்யப்பட்ட மணலைக் குறிக்கும் (Poorly graded Sand). CL, திரவ வரம்பு குறைந்த களி மண்ணையும் (Clay with low LL) CH, திரவவரம்பு அதிகமுள்ள களி மண்ணையும் (Clay with High LL) குறிக்கிறது.

8-30. நுண் மண்ணின் இயல்பினைச் சோதனைச் சாலைகளில் திரவ வரம்பு, குழைவு வரம்பு ஆகிய இரு பரிசோதனைகள் மூலம் தீர்மானிக்கலாம். இதற்கெனக் குழைவு விளக்கப்படம் (Plasticity Chart) தயாரித்துள்ளனர். எளிதில் அழுந்தும் இயல்புடைய மண் வகையினையும் (Compressible Soil), எளிதில் அழுந்தா இயல்புடைய மண் வகையினையும் திரவ வரம்பு 50 பிரிக்கின்றது.

8-31. பருவெட்டான மண் வகைகளுக்குத் 'துகள் அளவு பகுப்பாய்வு' (Particle Size Analyiss) பயன்படுகிறது. கப்பிக்குச் 'சீர் எண்' (Coefficient Of Uniformity-Cu) 4-க்கு மேலும் மணலுக்கு 6-க்கு மேலும் இருந்தால், அவற்றை 'நல்ல தரநிலை செய்யப்பட்டவை' (Well Graded) என்றும், இல்லாவிடின் 'மோசமான தரநிலை செய்யப்பட்டவை' (Poorly Graded) என்றும் கூறலாம்.

இந்திய படித்தர நிலைய வகைப்படுத்து முறை (Indian Standard Institution System)

8-32. ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட வகைப்படுத்து முறையினின்று இந்திய படித்தர நிலைய வகைப்படுத்து முறை வகுக்கப்

பட்டுள்ளது. ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட முறையிலுள்ளதைப் போன்றே இம் முறையிலும் புலத்தில் மண்ணை அடையாளம் காணும் முறைகளின் அடிப்படையிலும், சோதனைச் சாலைகளில் நடத்தப்பெறும் பரிசோதனைகளின் அடிப்படையிலும் மண்ணை வகைப்படுத்துகின்றனர். இம் முறையில் 18 பிரிவுகளுடன், நீரை உட்புகவிடும் இயல்பு, உயர் நிலையில் மண்ணின் சத்து (Dry Strength) அல்லது வலிவு, கடைக்கால் அமைக்கப் பயன் படும் தகுதி போன்றவற்றினையும் அளித்துள்ளனர்.

வானப்பயண நிறுவனங்களின் கூட்டிணைப்பு வகைப்படுத்து முறை

8-33. இம் முறையில், கண்வலை சல்லடை எண் 10 வழியே செல்லும் துகள்களின் அளவின் (Size) அடிப்படையில் மண்ணை வகைப்படுத்தி உள்ளனர். பருவெட்டான பொருள்களையும், நுண் பொருள்களையும் சல்லடை எண் 270 பிரிக்கின்றது. தவிரவும் திரவ வரம்பு, குழைவு வரம்பு ஆகியவை வண்டல் மண், களிமண் இவற்றைப் பிரிக்க உதவுகின்றது. இம் முறையில் E-1-லிருந்து E-13 ஈருக 13 பிரிவுகள் உள்ளன. விமானத் தளங்களின் அமைப்பாண்மைக்கே இவை பயன்படுகின்றன.

திண்மைநிலை வகைப்படுத்து முறை (Compaction Classification System)

8-34. இம்முறை பேராசிரியர் K.B. உட்ஸ் (Prof. K.B. Woods) என்பவரால் குறிப்பிட்டதொரு பகுதியில் பயன்படுத்துவதற் கென்று தயாரிக்கப்பட்டது. இக் குறிப்பிட்ட பகுதியிலுள்ள மண்ணின் இயல்பினை ஒத்த இயல்புடைய பிற பகுதிகளிலும் இவற்றினைப் பயன்படுத்தலாம்.

திண்மை நிலை வகைப்படுத்தும் முறை

மிக அதிக உலர் அடர்த்தி (Maximum Dry Density)	கடைக்கால் அமைப் பதற்கான தகுதி
130-க்கு மேல்	மிகச் சிறந்தது (Excellent)
120–130	சிறந்தது (Good)
110-120	பரவாயில்லை (Fair)
100–110	மோசமானது (Poor)
70-100	மிக மோசமானது (Very Poor)

9. மண் வேலை

(Earth Work)

அறிமுகம்

9-1. சாலைத் தேர்விடத்தின் (Site) இயல்பான நிலையிலிருந்து, சாலைத்திட்டத்தில் காணப்படும் வண்ணம் சாய்வு விகிதம், குறுக்குவெட்டு போன்றவற்றிற்குத் தக்கபடி மாற்றியமைக்கத் தேவைப்படும் எல்லா வேலைகளையும் தன்னுள் கொண்டதே மண்வேலை எனப்படுகிறது. இப் பணியைச் 'சாய்வு விகிதம்–வடிமானம் ஆகியவற்றிற்கான வேலை' என்றும் கூறலாம். தேவைக்கேற்ற இயந்திரங்களைத் தேர்ந்தெடுத்தலும், தக்க முறையில் திட்டமிடுதலும் மண் வேலையை வெற்றிகரமாக முடிக்க இன்றியமையாததவையாகும். மண் வேலையின் நோக்கங்களாவன:

(i) நிலத்தளம், தோள்பகுதிகள், வடிகால்கள், பக்கச் சரிவுகள் ஆகியவற்றை நிலப்படத்தில் குறிப்பிடப் பட்டுள்ள மட்டங்களுக்குக் கொண்டு வருதல்.

(ii) நிலத்தளம், மேடு, அகழ்வு ஆகிய பகுதிகளிலுள்ள தரம் குறைந்த மண்ணை நீக்குதல்.

(iii) மண், அதன் தெவிட்டுநிலை அடையாமலிருக்குமாறு வகை செய்தல்.

மண் வேலை அளவினை மதிப்பிடுதல் (Estimating Earthwork Quantities)

9-2. சாலைக்கட்டுமான வேலையினைத் துவக்குவதற்கு முன்னரே மண்வேலை அளவினை மதிப்பிடவேண்டும். சாலைத் திட்டத்தின் அமைப்பாண்மை நிலையில் இதனைச் செய்தல் நலம். இதற்கெனச் சாலையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றங்களைத்

தயாரித்தல் வேண்டும். குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்திலிருந்து சாலையின் அடி நில நிலைமைகள், வடிமான அமைப்புகள் போன்றவற்றினையும் அறிய இயலும்.

9-3. இட இயல்பினுக்கேற்ப, 50 அடி இடைவெளியில் அல்லது அதற்கு அதிகமான இடைவெளியில் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்திற்கான மட்டங்கள் எடுக்கப்படுகின்றன. சாலை மையக் கோட்டிற்குச் செங்குத்தான திசைகளில் தேவையான புள்ளிகளின் உயர்வுகள், மையக் கோட்டிலிருந்து அவற்றின் தூரங்கள் ஆகியவற்றைத் தீர்மானித்து, அவற்றினைப் படத்தில் குறிக்கவேண்டும். இப் படமே குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றப்படம் எனப்படுகிறது. அமைக்கவிருக்கும் சாலையின் இறுதிக் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தினையும் இப் படத்திலேயே வரைதல் வேண்டும். சாலையின் ஆதிக் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத் திற்கும் (Original Cross Section), இறுதிக் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்திற்கும் உள்ள பரப்பளவு வித்தியாசத்தைக் கிடைப் படமானியின் (Planimeter) உதவியால் அறியலாம். தோண்ட வேண்டிய பகுதிகளின் பரப்பினையும் (Excavations), மேடுகளின் பரப்பினையும் (Embankments) தனித்தனியே கண்டுபிடித்தல் அவசியமாகும். தோண்டவேண்டிய பகுதிகளின் பரப்பை அறிய முற்படும்போது, பாறையின் பரபபினையும், மண்ணின் பரப்பினையும் தனித்தனியே கணித்தல் சிறந்தது. அவற்றைத் தோண்டுவதற்கு ஆகும் செலவு வித்தியாசப்படுவதுடன், அமைப்பாண்மையிலும் மாறுதல்கள் இருப்பதால், பாறையையும், மண்ணையும் தனித்தனியே கணித்தல் வேண்டும்.

9-4. இரண்டு அடுத்தடுத்துள்ள குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றங் களுக்கு இடையேயுள்ள மண் வேலையின் கன அளவினை அறிய அவ்விரு குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றங்களின் சராசரிப் பரப்பினை அவற்றிற்கு இடையே உள்ள தூரத்தினால் பெருக்கவேண்டும். இதனைக் கனஅடி, கனகஜம் அல்லது கனமீட்டரில் கூற வேண்டும். தேர்விடத்திலுள்ள பொருள்களின் இயைபு (Composition) மிகவும் மாறுபட்டிருப்பின், பாதையின் கன அளவினையும், மண்ணின் கனஅளவினையும் தனித்தனியே கணக்கிடவேண்டும்.

மண் வேலைப் பகிர்வு (Distribution of Earthwork)

9-5. மண்வேலை அளவினைக் கணக்கிட்ட பின்னர், தோண்டப்படவேண்டிய மண்வேலை, நிரப்புகளில் (Filts) இருக்கும் மண் வேலை—இவற்றின் அளவினைப் பகுப்பாய்வு

செய்ய வேண்டும். வெட்டப்படும் இடத்திலிருந்து, நிரப்பப்படும் இடத்திற்கு மண்ணைத் திட்டமிட்ட முறையில் கொண்டுசெல்வது எளிதானதும், சிக்கனமானதும் ஆகும். கொண்டு செல்ல வேண்டிய மண்ணின் அளவும், கொண்டு செல்லவேண்டிய இடத்தினையும் பகுப்பாய்வின் மூலம் அறிய இயலுவதால், அதிகச் சிக்கனமும், பயனும் பெறலாம். சிற்சில சமயங்களில் வெட்டுமிடத்திலிருந்து கிடைக்கும் மண், நிரப்பப்பட வேண்டியதைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருக்கும். இம்மாதிரி சமயங்களில் மீதமாகும் மண் வீணாகிறது. மற்றும் சில சமயங்களில் வெட்டப்படும் இடத்திலிருந்து கிடைக்கப் பெறும் மண், நிரப்புதற்குத் தேவையான மண்ணைக் காட்டிலும் குறைவாக இருக்கும். இதுபோன்ற சமயங்களில் வெளியிடங்களிலிருந்து மண்ணைப் பெறவேண்டியிருக்கும். எனவே, வெட்டப்படும் இடத்திலிருந்து கிடைக்கப் பெறும் மண் நிரப்பப்படும் இடத்திற்குப் போதுமானதாக இருத்தல் விரும்பத்தக்கதாகும். இவ்வாறான நிலையை அடைய, தோண்டப்படவேண்டிய அளவும், நிரப்பப்பட வேண்டிய அளவும் சமமாக இருக்கும் வரை அவற்றைக் கூட்டிச் செல்லவேண்டும். இவ்விரு அளவுகளும் சமமாக இருக்கும் இடங்களைச் 'சரியீடு புள்ளிகள்' (Balance Points) என்கிறோம். இச் சரியீடு புள்ளிகளுக்கு இடையில் மண் வீணாவதில்லை; அவ்வாறே பிற இடங்களிலிருந்தும் மண்ணைப் பெற வேண்டுவதில்லை.

தேர் விடத்தை ஆயத்தம் செய்தல் (Site Preparation)

9-6. சாலை அமைப்பதற்கு முன்னர் அதன் தேர் விடத்திலுள்ள செடி, கொடி, புல் போன்றவற்றையும், குப்பை, கூளம் போன்றவற்றையும் அப்புறப்படுத்தலையே 'ஆயத்தம் செய்தல்' என்கிறோம். இயன்றவரையில், சாலை எல்லைக்குள் வளரும் நிழல்தரு மரங்களைப் பாதுகாத்தல் நல்லது. உபயோகமற்ற பொருள்களை அப்புறப்படுத்தல் முக்கியமாகும். எரியக்கூடிய பொருள்களைச் சாலை அமைவிடத்திற்குச் சற்றுத் தள்ளி எரித்தல் வேண்டும். கல், செங்கல் போன்ற எரியாத பொருள்களை அகழ்வுகளை நிரப்புதற்குப் பயன்படுத்தலாம். நகர்ப்புறங்களில் சாலைத் தேர்விடத்தை ஆயத்தம் செய்யும் சமயங்களில் சற்று அதிக விழிப்புடன் இருக்கவேண்டியது அவசியமாகிறது. சாலைத் தேர்விடத்திற்கு அருகிலுள்ள கட்டடங்கள், நீர் கொண்டு செல்லும் குழாய்கள், கழிவுநீர்க் குழாய்கள் ஆகியவற்றிற்கு ஊறு நேராவண்ணம் சாலைத் தேர்விடத்தை ஆயத்தம் செய்ய வேண்டும்.

தோண்டுதல் (Excavation)

9–7. மண்ணைத் தோண்டுவதைக் காட்டிலும், பாறையைத் தோண்டுதல் கடினமான காரியமாகும். அதாவது பாறையைத் தோண்டுவதற்கு, மண்ணைத் தோண்டுவதைக் காட்டிலும் நிறையச் செலவாகும். எனவே, பாறையைத் தோண்டுவதற்கு ஆகும் செலவு என்றும், மண் தோண்டுவதற்கு ஆகும் செலவு என்றும் தோண்டுவதற்கு ஆகும் செலவை இரு பிரிவுகளாகப் பிரித்துள்ளனர். பாறைகளை ஆப்புகளின் உதவி கொண்டும், வெடி மருந்துகளின் உதவி கொண்டும் தகர்க்கலாம். $\frac{1}{2}$ கன கஜமும், அதற்கு அதிகமாயும் கன அளவு உள்ள கற்களைப் பெயர்த்தல் பாறைத் தோண்டுதலில் அடங்கும்.

பாறையைத் தோண்டுதல்

9–8. பாறையின் இயல்பினையும், தோண்டி எடுக்கப்பட வேண்டிய பாறையின் அளவினையும் பொறுத்து வெவ்வேறு முறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

வெடி வைத்துத் தகர்த்தல் (Blasting) பாறைப் படிவங்களைத் தளர்த்துவதற்கும், அவற்றை ஊர்திகளில் ஏற்றுமளவிற்கு அளவினைக் குறைப்பதற்கும் இம் முறை பெரிதும் பயன்படுகின்றது. வெடி மருந்துகளைப் (Charges)ப் பாறைப் படுகைகளில் வைப்பதற்கென பாறைகளைக் குடைதல் (Drill) அவசியமாகிறது. காற்று அழுத்தத்தினால் இயங்கும் கருவிகளைக் கொண்டு பாறைகளைக் குடையலாம். 6″ அல்லது 7″ விட்டமும், 50′ அல்லது 60′ ஆழமுள்ள குடைவுகளுக்குக் கடைசல் துரப்பணத்தைப் (Churn Drill) பயன்படுத்துகிறோம். வெடி மருந்தின் அளவு பாறையின் தன்மையினையும், தகர்க்க வேண்டிய அளவினையும் பொறுத்தே அமைகிறது. இதற்கென 'வெடிவைத்துத் தகர்ப்பவர்கள் குறிப்பேடு' (Blaster's Hand book-EI-de Pont de Nemours And Company) ஒன்று உள்ளது. சாதாரணமான பாறைகளைத் தகர்க்க 60 அல்லது 75 சதவீதம் டைனமைட் (Dynamite) கலந்த வெடி மருந்து போதுமானதாகும். ஒரே சமயத்தில் 12 முதல் 15 துளைகள் வரை வெடிவைத்தல் வழக்கம். சிற்சில சமயங்களில் இதற்கும் மேம்பட்ட துளைகளில் வெடி வைக்கலாம். 10 அடி முதல் 30 அடி வரை தடிப்புள்ள பகுதிகளாகப் பிரித்து அவற்றைப் படிப் படியாக வெடிவைத்துத் தகர்ப்பதன்மூலம் சிறந்த முறையில் ஆழமாகத் தோண்ட இயலுகிறது. சிறிதளவு பாறை தோண்டுவதற்கும், 3 அங். வரை விட்டமும் 50 அடி முதல்

60 அடிவரை ஆழமுள்ள துளைகள் இடுவதற்கும் 'வேகன் துரப்பணம்' (Wagon Drill) பயன்படுகிறது. இதற்கு 40 சதவீதம் டைனமைட் உள்ள வெடிமருந்தே போதுமானது. 10 அடி ஆழத்திற்குக் குறைவாகவும், 2 அங். வரை விட்டமுமுள்ள துளைகளிடுவதற்கு கைத் துரப்பணத்தைப் (Hand Drill) பயன்படுத்துகின்றனர். கொண்டு செல்வதற்கு ஏற்றாற்போல் பாறை அளவினைக் குறைப்பதற்கு இவை பயன்படுகின்றன.

9–9. மருந்துகளைத் துளையினுள் இடுவதற்கு உலோகத்தினால் ஆன தடியை ஒரு போதும் பயன்படுத்தக்கூடாது. இதற்கென மரத்தடியைப் பயன்படுத்தலாம். வெடிமருந்தின் மேற்புறத்தில் ஈர மண் அல்லது அதுபோன்ற எளிதில் எரியாத பொருளினை அடைப்பதன்மூலம் வெடிமருந்தின் வீரியத்தை அதிகரிக்கச் செய்யலாம்.

மண் தோண்டுதல்

9-10. தோண்டுவதினால் கிடைக்கும் மண்ணைச் சிறந்த முறையில் பயன்படுத்துவதை நமது நோக்கமாகக் கொள்ள வேண்டும். நிலத்தளத்தின் உறுதிநிலைக்கோ (Stability), அல்லது மேடுகளின் உறுதிநிலைக்கோ ஊறு விளைவிக்கக்கூடிய மண்ணைப் பயன்படுத்தக்கூடாது. அப்படியின்றி, அதைப் பயன்படுத்த நேர்ந்தால், பதப்படுத்திய பின்னரே (Treated) பயன்படுத்த வேண்டும். சாலை நிலத்தளம்போன்ற பகுதிகளிலுள்ள தகுதியற்ற மண்ணை, அமைக்கவிருக்கும் மேட்டுப் பகுதிகளுக்கு மத்தியில் பயன்படுத்தலாம். இதனால், தகுதியற்ற மண்ணில் ஊறு விளைவிக்கும் பண்புகள் மேட்டுப் பகுதியை வெகுவாகப் பாதிக்காது.

9–11. சாலையின் நிலப்படத்திலேயே, எவ்வெவ்வகையான மண்ணை அப்புறப்படுத்தவேண்டும், எவ்வெவ்வகையான மண்ணைப் பயன்படுத்தலாம் என்பன போன்றவற்றினையும் குறித்தல் நலம் பயக்கும். சில சமயங்களில் இவற்றுடன், மண்ணை அப்புறப்படுத்துவதற்கு மேற்கொள்ளக்கூடிய முறைகளைப்பற்றிய குறிப்பும் தருவர். மேலும், பயன்படுத்தவேண்டிய மண் அல்லது கப்பி, கற்கள் போன்றவை கிடைக்குமிடத்தினையும் அந் நிலப்படத்திலேயே குறிக்கவேண்டும்.

சரிவுகள் (Slopes)

9–12. சரிவுகள் நேர்த்தியாகவும், மேடுபள்ளமின்றியும் உள்ளீடற்று இல்லாமலும் (Without Hollow) இருக்குமாறு

அமைக்கவேண்டும். தவிரவும், சாலைத் திட்டங்களுக்கான படத்தில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள சரிவு விகிதங்களையே இயன்ற வரையில் தேர்விடத்திலும் பயன்படுத்தவேண்டும். எனினும் சில சமயங்களில் பாதுகாப்பை முன்னிட்டும், சிக்கனத்தை முன்னிட்டும் படத்தில் காணும் சரிவு விகிதங்களை மாற்றும்படி நேரிடலாம். இதுபோழ்து, வேலை நடந்து கொண்டிருக்கும் பொழுதே அந்தந்த இடங்களுக்கு ஏற்ற சரிவு விகிதங்களைப் பரிந்துரை செய்யலாம்.

மண்தரும் பள்ளங்கள் (Borrow Pits)

9-13 தோண்டும் இடங்களிலிருந்து கிடைக்கும் மண், மேடு அமைப்பதற்கும், சாலைவழியின் பிற பகுதிகளுக்கும் போதுமானதாக இல்லாவிடின், அண்மையிலுள்ள மற்ற இடங்களிலிருந்து மண்ணைப் பெறலாம். இவ்விடங்கள் மண் தரும் பள்ளங்கள் (Borrow Pits) என வழங்கப்படுகின்றன. மண் தரும் பள்ளங்கள் சாலை நிலங்களின் (Road Lands) அருகிலுள்ள பகுதிகளில் இருக்கவேண்டும். இவை சாதாரணமாக ஓர் அடி ஆழம்வரை இருக்கும். அகன்ற, ஆழம் குறைந்த மண் தரும் பள்ளங்களைச் சாலை நிலத்தின் இருபுறங்களிலும் அமைக்கலாம். தரமான பொருள்கள் (கல், மண் போன்றவை) தேவையான அளவு கிடைப்பதாயிருந்தால், தண்ணீருக்கு அடியிலிருந்தும் அவற்றைத் தூர்வாரியின் (Dredger) உதவியால் மேலே கொண்டுவந்து பயன்படுத்தலாம்.

தோண்டும் சாதனங்கள் (Equipment For Excavation)

9-14. கடந்த ஐம்பது ஆண்டுகளில், மண் வேலையின் நுட்ப முறைகளிலும், பொருளாதாரத்திலும் வியத்தகு மாற்றங்களை இயந்திர சாதனங்கள் செய்துள்ளன. எனினும் நம் நாட்டிலும், பெரும்பாலான ஆசிய, ஆப்பிரிக்க நாடுகளிலும் நெடுஞ்சாலை அமைப்பதற்குத் தேவையான மண்ணைக் கையால்தான் தோண்டுகின்றனர். நீண்ட தூரத்திலிருந்து கொண்டு வரவேண்டியிருந்தால், விலங்குகள் பூட்டப்பட்ட வண்டிகளையோ அன்றி டிரக்குகளையோ பயன்படுத்துகின்றனர். சில இடங்களில் மனிதர்களே மண்ணைச் சுமந்துகொண்டு வருவதுமுண்டு. ஒரு திறமை வாய்ந்த தொழிலாளி ஒரு மணி நேரத்தில் 13 க. அ. களி மணல் (Loam), அல்லது 8 க. அ. களி மண் தோண்டியெடுத்து வண்டியில் ஏற்றலாம். அவன் ஒரு மணி நேரத்தில் 16 முதல் 20 க. அ. வரை தளர் மண்ணை (Loose soil) வண்டியில் பார்வாரியால் (Shovel) அள்ளிப் போடலாம். டிரக்கின் உயரம் சற்று அதிகமாக இருந்தால்,

ஏற்றும் மண்ணின் அளவு (Output) குறைகிறது. சில சமயங்களில் மண்ணைத் தளர்த்திய பிறகே அதனைத் தோண்டியெடுக்க இயலும். ஒரு தொழிலாளியால் ஒரு மணிக்கு சுமார் 80 முதல் 140 க. அ. களிமணலை குத்துக் கோடாரியால் (Pick) தளர்த்த முடியும். சில இடங்களில் கலப்பையில் (Plough) மாடு அல்லது குதிரையைப்பூட்டி உழுவதன்மூலம் மண்ணைத் தளர்த்துகின்றனர். இம் முறையில், ஒரு மணி நேரத்தில் 800 முதல் 1000 க. அ. வரை களிமணலைத் தளர்த்தலாம். அண்மைக்காலத்தில் ஊர்ந்து செல்லும் இழுவை இயந்திரம் (Crawler Tractor) அல்லது இரப்பர் டயருள்ள இழுவை இயந்திரம் (Rubber Tyred Tractor) ஆகியவற்றின் உதவியினால் தோண்டும் சாதனங்களை இழுத்தோ அன்றித் தள்ளியோ செயல்படுத்துகின்றனர். இவை டீசல் இயந்திரத்தினால் இயங்குகின்றன. வெவ்வேறான ஆற்றலும், எடையுமுள்ள சாதனங்கள் தற்போது உள்ளன. ஆற்றல் குறைந்த இழுவை இயந்திரங்கள் பெட்ரோல் இயந்திரங்களினால் இயங்குகின்றன.

சுரண்டும் இயந்திரத் தொகுதிகள் (Scraper Units)

9–15. மண் தரும் பள்ளங்கள் அதிகத் தூரத்தில் இல்லாத இடங்களில், இரப்பர் டயர் கொண்ட, தானே சுமையேற்றிக் கொள்ளும் 'சுரண்டும் தொகுதிகள்' மிகவும் பயன்படுகின்றன. இத் தொகுதிகள் மண்ணைத் தோண்டி, மண், சரளைக்கல் போன்ற கட்டுமானப் பொருள்களைத் தானே ஏற்றிக் கொண்டு சாலை அமைவிடத்திற்குச் சென்று, குவித்துப் பின்னர் அவற்றைப் பரப்பும் ஆற்றல் உள்ளவை.

நிலச்சமன் பொறிகள் (Bulldozers)

9–16. இவ்வகைப் பொறிகள் மலைப்பாங்கான இடங்களில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. கரடுமுரடான பகுதிகளில் சுரண்டும் தொகுதிகள் எளிதில் செல்லா. ஆகவே, இப் பகுதிகளை முதலில் நிலச்சமன் பொறிகளால் சமப்படுத்திய பின்னர் சுரண்டும் தொகுதிகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். நிலச்சமன் பொறிகளது தலையாய பணி நிலத்தைச் சமப்படுத்துவது என்றாலும், இவை மண்ணைத் தோண்டுவதற்கும், சுரண்டும் தொகுதிகளைத் தள்ளிக்கொண்டு செல்லவும், மரங்களை அப்புறப்படுத்தவும் பயன்படுகின்றன.

9-17. மேற்கூறியவற்றைத் தவிர 'பார்வாரி', 'பார்வாரி–பாரம் தூக்கி'த் தொகுதி (Shovel-Crane Units) போன்றவையும் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இவை கடினமான நிலப்

பகுதியையும் பாறைகளையும் தோண்டுவதற்குப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. மேலும், இவை பள்ளங்களை நிரப்புவதற்கும், வடிகால் போன்ற அமைப்புகளைச் சுற்றி மண்ணை நிரப்புவதற்கும், குறுகலான இடங்களில் மண்ணைத் தோண்டுவதற்கும் பயன்படுகின்றன.

மண் மேடுகள் (Embankments)

9-18. மண் மேடுகளைப் பழுதற்ற கடைக்கால்மேல் அமைக்க வேண்டும். மண் மேட்டிற்கான கட்டுமான வேலையின் வெற்றி தக்க முறையில் ஆயத்தம் செய்யப்பட்ட கடைக்காலைப் பொறுத்து அமைகிறது. இயன்றவரையில் கடைக்கால் ஒரே மட்டத்தில் இருத்தல் நல்லது. மண் மேடு அமைப்பதற்கு முன் குறைவான தாங்கும் சக்தியுள்ள மண் ஏதேனும் கடைக்காலில் காணப்பட்டால், அதனை முழுமையாய் நீக்கிவிட வேண்டும். முன்னீடு ஆய்வு நிலையிலும், சாலைக் கட்டுமான நிலையிலும் அடிநில நிலைமைகளை ஆழமான சிறு துளைகளிடுவதன் மூலம் அறிதல் வேண்டும். கடைக்காலில் போதிய கவனம் செலுத்தாவிடின், கீழ்க்காணும் நிலைமைகள் தோன்றக்கூடும்:

(i) நீரூற்றுகள் (Springs), நீர்க்கசிவுகள் (Seepages) போன்றவை தோன்றுதல்.

(ii) மென்மையான மண், தெவிட்டு நிலையடைந்த மண் அல்லது பிற குறைபாடுகள் கொண்ட மண் இருத்தல் கூடும்.

(iii) அடிநிலத்தில், வழுக்குத் தளம் (Slippage Planes) உருவாகக் கூடும். இவ் வழுக்குத் தளத்தில், தண்ணீர் மசகுப் பொருளாகச் (Lubricant) செயல்படுகின்றன.

9-19. மேலே கூறப்பட்டுள்ள நிலைமைகளுக்குத் தண்ணீர் தான் காரணம் என உய்த்துணரலாம். எனவே, மண் மேடுகள் அமைக்கும் வேலையில் வடிமானத்தைப் பற்றி போதிய அளவு கவனம் செலுத்த வேண்டுவது அவசியமாகிறது. புறப்பாய்வு நீரை அகற்றுவது சற்று எளிதான செயலாகும். ஆனால் அடிநிலத்தில் நீர் இருப்பதை அறிதலும், அதன் மூலத்தைக் (Source) கண்டுபிடித்தலும் அவ்வளவு எளிதான காரியமல்ல. எனினும், அடிநில நீரைப் புறக்கணிக்காமல் விழிப்புடன் இருத்தல் வேண்டும்.

9-20. சில சமயங்களில் தரம் குறைந்த மண் வகைகள் இருக்கக்கூடும். அவற்றைத் தவிர்ப்பதோ அன்றி நீக்குவதோ

சிறந்த பரிகாரமாக இருக்கும். (எடுத்துக்காட்டுகள்): புல்கரி (Peat) சிலவகைக் களிமண், வண்டல் மண் போன்றவை உள்ள பகுதி. பொதுவாகக் கூறினால் மண் மேட்டிற்கு ஊறு விளைவிக்கும் பொருள்கள் அதன் கடைக்காலிற்கும் ஊறு விளைவிக்கும் எனக் கருதலாம்.

9-21. சில மண் வகைகள் உலைவுறு நிலையில் திருப்தி கரமாக இருக்கலாம். ஆயினும், மண் மேட்டின் எடை, அதன் மேல் செல்லும் போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் எடை, அவற்றின் நடமாட்டத்தால் விளையும் அதிர்வுகள் ஆகிய வற்றினால் உலைவுறுவதால் இவ்வகை மண்களின் இயல்புகளில் மாறுதல் நிகழக்கூடும். இவற்றால் அம் மண்மேடு அழுந்தக் கூடும். (Consolidation); அல்லது அடி நிலத்தில் வழுக்குத் தளம் உருவாகக்கூடும். இவ்வழுக்குத் தளத்தில் மசகுப் பொருளாக நீர் செயல்புரியக் கூடும்; அல்லது சிறுசிறு ஊற்று களாக நீர் மண் மேட்டிலிருந்து வெளிப்படக்கூடும். எனவே, உலைவுற்ற மண்ணின் இயல்பினை அறிதலும் அவசியமாகிறது.

9-22. மண்மேடு அமைக்க விருக்கும் இடத்தின் அடிநிலப் பகுதியிலுள்ள நீரை வடிக்கச் 'செங்குத்தான மணல் வடி கால்களை' (Vertical Sand Drains) 10 அடி முதல் 15 அடி வரை யுள்ள இடைவெளிகளில் அமைக்கலாம். இவற்றின் மூலம் நீர் விரைந்து வெளியேறுவதால், அழுந்துவது குறைந்த கால இடைவெளியிலேயே நடைபெற்று முடிந்துவிடும். மண் மேடு அமைக்க விருக்கும் இடம் சற்று அதிகச் சரிவுடன் இருப்பின் (1-ல் 3-க்கு மேல் இருப்பின்) பின்வரும் முறை பின்பற்றப் படுகிறது: முதலில் அவ்விடத்திலுள்ள கட்டி முட்டிகளையும், இலை, சருகு போன்றவற்றையும், அப்புறப்படுத்த வேண்டும். பின்னர் அப் பகுதியை மேற்போக்காகக் கிளறவோ (Scarify) அல்லது உழவோ வேண்டும். இவ்வாறு செய்வதால் அமை விடத்தின் மேற்பரப்பு மண் மேட்டின் அடிப்பகுதி ஆகிய வற்றிற்கு இடையே நல்ல பிடிப்பு உண்டாவதுடன், வழுக்குத் தளம் உருவாவதும் தடுக்கப்படுகிறது. சில இடங்களில் படிக் கட்டுகள் போன்று வெட்டி (Benching) அதன்மேல் மண்மேட்டு கட்டுமான வேலையைத் துவக்குவர். மேற்கண்ட முறைகள் சரிவு விகிதம் அதிகமுள்ள இடங்களில் மட்டுமன்றி, கடினமான, வழவழத்த நிலப்பகுதிகளிலும் பின்பற்றப் படுகின்றன.

மண் திண்மைபடுத்தும் பணி (Compaction of Soils)

9-23. மண் துகள்களின் இடைவெளிப் பகுதிகளிலுள்ள காற்றினைக் குறைத்து, மண் துகள்களை அதிக நெருக்கமாகத்

திணித்தலையே 'மண் திண்மைப்படுத்தல் அல்லது மண் திண்மை செய்தல்' எனப்படுகிறது மண்ணைத் திண்மை செய்தற்கு பொதுவாக இயந்திரங்களையே பயன்படுத்துகிறோம். இவ்வாறு மண்ணைத் திண்மை செய்தலால் அதன் இயல்பில் விரும்பத்தக்க மாற்றங்கள் பல நிகழ்கின்றன. அதன் தாங்கு சக்தி அதிகரிக்கிறது; அழுந்தும் திறன் (Compressibility) குறைகிறது: 'தண்ணீரை உட்கவரும் (Absorb) திறனும் குறைகிறது. இவற்றினால் சுருங்குமியல்பு (Shrinkage), உப்புமியல்பு (Swell) போன்ற கன அளவு மாறுதல்கள் நிகழ்வது குறைகிறது. எனவே, மண் திறன் ஒரே சீராக இருப்பதுடன் வேறுபடு அமிழ்வும் (Differential Settlement) ஓரளவு தவிர்க்கப்படுகிறது. வெப்ப இட மாற்றமும், ஈர இடமாற்றமும் நிகழாமல் தடுக்கப் படுகிறது.

9-24. மண் திண்மைப்படுத்தலின் அளவாக 'மண்ணின் உலர் அடர்த்தி' (Dry Density of Soil) பயன்படுகிறது. மண் திரளின் மொத்த கன அளவு 1 கன அடியாயிருக்கும் போது, அதிலுள்ள மண் துகள்களின் எடையினையே 'உலர் அடர்த்தி' என்கிறோம். மண் துகளின் மொத்த அடர்த்தி, ஈர அடக்கம் ஆகிய இரண்டிலிருந்தும் உலர் அடர்த்தியைக் கணக்கிடலாம்.

உலர் அடர்த்தியினைக் கீழ்க்காணும் காரணக் கூறுகள் பெருமளவில் பாதிக்கின்றன :

(1) ஈர அடக்க விகிதம்.

(2) திண்மை செய்யும் ஆற்றலின் அளவு (Compactive Effort).

(3) திண்மை செய்யும் ஆற்றல் செயல்படும் முறை (Method of Application of Compactive Effort).

கொடுக்கப்பட்டதொரு திண்மை செய்யும் ஆற்றலுக்கு. எந்த வகை மண்ணுக்கும் குறிப்பிட்டதொரு ஈர அடக்க விகிதத்தில் உலர் அடர்த்தி மிக அதிகமாக இருக்கும். இக் குறிப்பிட்ட ஈர அடக்க விகிதத்தினை 'உகந்த ஈர அடக்க விகிதம்' (Optimum Moisture Content) என்று கூறுவர்.

9-25. சோதனைச் சாலைகளில் திணிப்புப் பரிசோதனை களுக்கு ப்ராக்டர் திணிப்புச் சோதனையே நடத்தப்படுகிறது (Proctor Compaction Test). இப் பரிசோதனையில் 4 அங்குலம் விட்டமும், 4·5 அங்குலம் உயரமும் உள்ள இரு புறமும் திறந்த

உருளை ஒன்று பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதன் கன அளவு $\frac{1}{30}$ க. அ ஆகும். இவ் வுருளையில், குறிப்பிட்டதொரு ஈர அடக்க விகிதத்தில் உள்ள மண்ணை மூன்று அடுக்குகளிலிட்டு (Layer) ஒவ்வோர் அடுக்கினையும் 2 அங்குல விட்டமும், 12 அங்குலம் உயரத்திலிருந்து விழக்கூடிய $5\frac{1}{2}$ பவுண்டு எடையுமுள்ள திமிசு உருளையினுல் (Rammer) 25 முறை இடிக்க வேண்டும். பின்னர் இம் மண் திரளையின் எடையை அறிய வேண்டும். இதேபோல் வெவ்வேறு ஈர அடக்க விகிதத்திலுள்ளபோது, அம் மண்ணின் எடையை அறியவேண்டும். இப் பரிசோதனையில், ஒவ்வோர் ஈர அடக்க விகிதற்திற்கும் கிடைக்கும் உலர் அடர்த்தியினைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இதிலிருந்து உகந்த ஈர அடக்கத்தினை அறிய இயலும். இம் முறையினைத் தவிர AASHO-வின் திருத்தமுற்ற திணிப்புச் சோதனை (Modified AASHO Compaction Test) யும் நடைமுறையில் உள்ளது. இம் முறையில் திண்மை செய்யும் ஆற்றலின் அளவு வேறுபட்டாலும், செய்முறை ஏறத்தாழ ஒன்றே. மேற்கூறிய இரு சோதனைகளைத்தவிர நிலையியல் அழுத்தும் முறை (Static Compression), பிசைவு அழுத்தும் முறை (Kneading Compaction) போன்ற இதர திணிப்பு சோதனைகளும் வழக்கத்தில் உள்ளன. இவற்றில் திண்மை செய்யும் ஆற்றலும், செயல்படும் முறைகளும் மாறுபடுகின்றன.

திண்மை செய்யும் சாதனங்கள் (Compaction Equipments)

9-26. புலத்தில் கீழ்க்காணும் முறைகளில் மண்ணைத் திண்மை செய்கின்றனர்:

(i) அழுத்தம் (Pressure) (எடுத்துக்காட்டு): உருட்டுவதன் மூலம் (Rolling).

(ii) மோதுகை (Impact). (எடுத்துக்காட்டு): இடிப்பதன் மூலம் (Ramming).

(iii) அதிர்வு (Vibration) (எடுத்துக்காட்டு) அதிர்வுகள் மூலம் (Vibrators).

அழுத்தம்

9-27. உருளைகளைக்கொண்டு உருட்டுவதன் மூலம் மண்ணைத் திண்மைப்படுத்தலாம். வழவழப்பான சக்கர உருளை (Smooth Vehicle roller), காற்றடைத்த டயர் உருளை (Pneumatic Tyred rollers), குளம்பு - உருளை (Sheep's foot Roller or Tamping rollers) ஆகியவை பெருமளவில் பயன்படுகின்றன.

வழவழப்பான சக்கர உருளை

9-28. இவ்வித உருளைகளிலே மூன்று சக்கர உருளைகள் நீண்ட நாள்களாகப் பயன்படு வருகின்றன. தற்போது மூன்று வகை உருளைகள் வழக்கத்தில் உள்ளன: 5 முதல் 6 டன் வரை எடை உள்ளவை., 7 முதல் 9 டன் வரை எடை உள்ளவை., 10 முதல் 12 டன் வரை எடை உள்ளவை. இவை உருளைகளின் மொத்த எடைகளைக் குறிக்கின்றன. இவை தவிர பின் சக்கரத்தின் ஓர் அங்குல அகலத்திற்குக் கிடைக்கும் எடையும் முக்கியமானதாகும். ஓர் அங்குல அகலத்திற்கான எடை 150 பவுண்டு முதல் 400 பவுண்டு வரை மாறுபடுகிறது. கீழ்க்காணும் அட்டவணை 9-1 இம் மூன்று வகை உருளைகளையும் பயன்படுத்துவதற்குரிய சூழ்நிலையைப்பற்றிய விவரங்களைத் தருகின்றது.

கப்பி, மணல், பொடியாக்கப்பட்ட பாறை போன்றவை உள்ள அமைவிடங்களில், திண்மைப் படுத்துவதற்கு வழ வழப்பான சக்கர உருளைகள் மிகவும் பொருத்தமானவை. நிலத்தளத்திற்குத் தக்க வடிவம் கொடுத்தபின்னர், இவ்வகை உருளைகளைக்கொண்டு உருட்டலாம்.

இவ் வகை உருளைகள் நிலையியல் அழுத்தும் முறையினால் (Static Compaction) மண்ணைத் திண்மைப்படுத்துவதால், எல்லா வகை மண்ணினையும் இவற்றால் நல்ல முறையில் திண்மைப் படுத்த இயலுவதில்லை. எனவே, அதிர்வு உருளை வகை (Single Drum Vibrating Roller), தானே இயங்கும் இடை அதிர்வு உருளைவகை (Self-Propelled Tandem Roller With Vibrating Intemediate Roll) போன்ற மற்றவகை உருளைகளையும் பயன் படுத்துகின்றனர்.

குளம்பு உருளை (Sheep's Foot Or Tamping Rollers)

9-29. இவ்வகை உருளைகளில் உள்ளீடற்ற எஃகு உருளை யொன்றின் மேற்புறத்தில் ஆட்டின் குளம்பு போன்ற அமைப்புகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இக் குளம்புகளில் போதிய அழுத்தம் தோன்றுவதற்காக, உள்ளீடற்ற எஃகு உருளைகளில் தண்ணீர் அல்லது ஈரமணல் போன்ற பொருள்களை இடுவர். சில வற்றில் ஓர் உருளையும், வேறு சிலவற்றில் இரு உருளையும் இருக்கும். இவை தாமே இயங்கா. இவற்றை இழுத்துச்செல்ல இழுவை இயந்திரங்களையாவது, நிலச் சமண் பொறிகளையாவது பயன்படுத்துகின்றனர். இவற்றின் செயல் திறன் குளம்பு அழுத்தத்தினையும், ஒருமுறை கடந்து செல்லும்

அட்டவணை 9-1.

மூன்று சக்கர உருளைகளைப் பயன்படுத்துவதற்குரிய சூழ்நிலைகள்.

மண் வகை	உருளை வகை, ஓர் அங்குல அகலத்தில் ஏற்படும் எடை அளவு
(i) தூய, நன்கு தரநிலை செய்யப்பட்ட மணல் (Wellgraded Sands). (ii) சீரான தரநிலை செய்யப்பட்ட மணல் (Uniformly graded Sands). (iii) (ஓர் அளவுள்ளவை) களிமண், வண்டல் மண் போன்றவையற்ற கப்பி மணல் (Gravelly Sand)	மூன்று சக்கர உருளைகளால் திருப்திகரமாகத் திண்மை செய்ய இயலாது.
உராய்வினால் தாங்கு சக்தி தோன்றக்கூடிய களிமண்—மணல், எளிதில் பொடியாகக் கூடிய வண்டல் மண் (Friable Soil) வகை.	5-6 டன், 150-250 பவுண்டு
குறைந்த குழைவுள்ள (<10) மென் களிமண் (Lean Clay) இடைபட்ட நிலையிலுள்ள களிமண்—வண்டல் மண் கலவை. (Intermediate group of Clayey soils)	7-9 டன், 225-300 பவுண்டு
இணைக்கும் பொருளான நுண்துகள்கள் கொண்ட, நன்கு தரநிலை செய்யப்பட்ட மணல்—கப்பி,	10-12 டன், 300-400 பவுண்டு
நடுத்தர குழைவும், அதிகக் குழைவும் கொண்ட களிமண். (Medium to Heavy clayey Soil)	10-12 டன், 300-400 பவுண்டு

பொழுது திண்மைப்படுத்தப்படும் நிலப்பரப்பினையும் பொறுத்துள்ளது. பின்வரும் அட்டவணை 9-2.குளம்பு உருளைகளைப் பயன்படுத்துதற்குரிய சூழ்நிலையைப்பற்றிய விவரங்களைத் தருகின்றது:

அட்டவணை 9-2.

குளம்பு உருளைகளைப் பயன்படுத்துவதற்குரிய சூழ்நிலைகள்

மண் வகை	தொடு நிலைப் பரப்பு ச. அங்	தொடு நிலை அழுத்தம் (Contact pressure) பவு/ச.அங்
எளிதில் உடையக்கூடிய வண்டல் மண் களிமண் – மணல் போன்ற (Friable Silty, Clayey Sandy Soils) உராய்வினால் தாங்கு சக்தி தோற்றுவிக்கும் மண் வகைகள்.	7 - 12	75 – 123
குறைந்த குழைவுள்ள மென் களி மண், இடை நிலையிலுள்ள தொகுதியைச் சார்ந்த களிமண்–வண்டல் மண் ஆகியவை	6 - 10	100 – 200
நடுத்தர குழைவும், அதிகக் குழைவும் கொண்ட களிமண் (Medium to Heavy Clay)	5 – 8	150 – 300

குளம்பு உருளைகள் ஒட்டி இணையும் (Cohesive) ஆற்றல் கொண்ட களிமண் போன்ற மண் வகைகளைத் திண்மைப் படுத்துவதற்குச் சிறந்தவையாகும். மணல் போன்ற மண் வகைகளுக்கு இவை ஏற்றவையல்ல.

காற்றடைத்த உருளைகள் (Pneumatic Rollers)

9-30. இவ்வகை உருளைகளில் காற்றடைத்த டயர்களுண்டு உருளையின் எடைக்கு ஏற்றாற்போல் சக்கரங்களின் எண்ணிக்கை அமைகிறது. சில வகை உருளைகளில் [(எடுத்துக்காட்டு)]: வோபுள் சக்கர உருளை (Wobble–Wheel Roller)] சக்கரங்கள் அச்சுக்குச் சற்றுச் சாய்வாக இருக்கும். இதனால் மண் நன்கு பிசையப்படுகிறது. காற்றடைத்த உருளைகள் தானாக இயக்க வல்லவை. சில சமயங்களில் இழுவை இயந்திரங்களினால் இழுத்துச் செல்லப்படுவதுமுண்டு. காற்றடைத்த உருளைகளின்

திறன் தொடுநிலை பரப்பு, தொடுநிலை அழுத்தம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்துள்ளது. இவற்றினைப் பயன்படுத்துவதற்கான சூழ்நிலைகளைப் பின்வரும் அட்டவணையில் காணலாம்.

அட்டவணை 9-3.

மண் வகை	தொடுநிலை அழுத்தம்
தூய மணல், சிலவகைக் கப்பி மணல்	20–40 பவு/ச.அங். பெரிய அளவு டயர்களில் அதிக அளவு அழுத்தம் இருக்கவேண்டும்.
எளிதில் உடையக்கூடிய வண்டல் மண் களிமண் – மணல் போன்ற உராய்வினால் தாங்கு சக்தி தோற்றுவிக்கும் மண் வகைகள்.	40-65 பவு/ச.அங்.
களிமண், கப்பி மண் (Gravelly Soil)	65 பவு/ச.அங்.

பருவெட்டான பொருள்கள், ஒட்டி இணையும் ஆற்றல் சத்துள்ள மண் வகைகள் போன்றவற்றைத் திண்மைப் படுத்துவதற்குக் காற்றடைத்த உருளைகள்–குறிப்பாக வோபுள் சக்கர உருளைகள் – சிறந்தவையாகும்.

மோதுகை (Impact)

9-31. இம் முறையில் மேலிருந்து கீழ்நோக்கி விழும் எடை மோதுவதால் மண் திண்மை படுத்தப்படுகிறது. பதிகால்களைப் பூமியில் இறக்கப் பயன்படும் பொறிகளையும் (Pile Driving Equipment), தளம் உடைக்கப் பயன்படும் பொறிகளையும் (Pavement Breakers) இதற்கெனப் பயன்படுத்துகின்றனர். பள்ளங்கள், வடிகால்கள் ஆகியவற்றின் படுகைகளிலும் (Beds), அவற்றின் நிரப்புகளிலும் மண்ணைத் திண்மைப்படுத்தப் பயன்படுகின்றன.

அதிர்வுகள் (Vibrators)

9-32. மணல் போன்ற பருவெட்டான, ஒட்டி இணையும் ஆற்றலற்ற மண் வகைகளில் இம் முறை நல்ல பயன் அளிக்கிறது களிமண்போன்ற நுண்துகள்கள் கொண்ட மண் வகைகளில் இவை யாதொரு பயனையும் அளிப்பதில்லை. அதிக

ஆழமுள்ள அடுக்குகளை நல்ல முறையில் திண்மைப்படுத்த இம் முறை சிறந்ததாகும். ஒவ்வோர் அடுக்கும் 2 அடி ஆழம் இருத்தல் நலம் எனப் பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளது.

9-33. மேற்கண்டவற்றிலிருந்து மண்வகை, துகள் அளவுப் பகிர்வு (Particle Size Distribution), அம் மண்ணின் ஈர அடக்கம் ஆகியவற்றினைச் சார்ந்தே திண்மைப்படுத்தும் சாதனங்களின் செயல் திறன் அமைகிறது என அறியலாம். எனவே, இவற்றினைக் கருத்திற்கொண்டு குறிப்பிட்ட தொரு பணியின் இயல்பிற்கேற்ப, தக்க சாதனங்களைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். பொதுவாக, பொடியாக்கப்பட்ட கப்பி, மணல் போன்றவையுள்ள இடங்களில் வழவழப்பான சக்கர உருளை களையும், நெருக்கமான தர நிலையிலுள்ள மணல் (Closely Graded Sand), குழைவற்ற வண்டல் மண் போன்றவை உள்ள இடங்களில் காற்றடைத்த இரப்பர் டயர் உருளைகளையும், நுண் துகள்கள் கொண்ட ஒட்டி இணைக்கும் ஆற்றலுள்ள களிமண் வகை மண்ணுள்ள பகுதியில் குளம்பு உருளைகளையும் பயன்படுத் தலாம். மண்வகை, திண்மைப்படுத்தப் பயன்படும் சாதனம் ஆகியவற்றினைக் காட்டிலும் மண்ணின் ஈர அடக்க விகிதமே திண்மையின் அளவைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றது. எனவே, திண்மைப்படுத்தும்போது மண்ணின் ஈர அடக்க விகிதத்தை அடிக்கடி கண்காணிக்கவேண்டும்.

திண்மைப்படுத்துதலைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகள் (Compaction Control)

9-34. நிலத்தளத்திலோ அன்றி மேடுகளிலோ திண்மைப் படுத்தும் பணி நடந்து கொண்டிருக்கும்போது, தேவையான உலர் அடர்த்தி உள்ளதா என அறிய அவ்வப்போது மண்ணின் உலர் அடர்த்தியைத் தீர்மானிக்க வேண்டும். இதனை மணல் மாற்றீடு முறையாலோ (Sand-Replacement Method), அல்லது பருமனறிமானியினாலோ (Volumenometer) தீர்மானிக்கலாம். தவிரவும் அவ்வப்போது மண்ணின் ஈர அடக்கத்தினையும் அறிவது இன்றியமையாததாகிறது. சோதனைச் சாலைகளில் 'ப்ராக்டர் ஊடுருவும் ஊசி' (Proctor Penetration Needle)யினைப் பயன்படுத்தி மண்ணின் ஈர அடக்கத்தை விரைந்து அறிகின் றனர். புலத்தில் இதனை விரைந்து அறிய ஈர மண்ணைப் ப்ராக்டர் சாதனத்திலிட்டு முறைப்படி திண்மைப்படுத்தி, ப்ராக்டர் ஊடுருவும் ஊசியினால் அதன் 'ஊடுருவ இடம்தரா இயல்பினை' அளக்கின்றனர். அளவு திருத்த வரைபடத்தி லிருந்து (Calibration Curve) மண்ணின் ஈர அடக்க விகிதத்தினை அறிகின்றனர்.

நான்காம் பகுதி

சாலை கட்டுமானப் பொருள்களும், அவற்றின் தகுதிக்கான சோதனைகளும்

(Road Construction Materials and Testing)

10. சாலை கட்டுமானப் பொருள்கள்

10-1. சாலை கட்டுவதற்குப் பயன்படும் பொருள்களை மூன்று பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்:

(1) திரளை (Aggregate)

(2) நிலக்கீலார்ந்த பொருள்கள் (Bituminous Materials)

(3) சிமெண்டு (Cement)

இம் மூன்றனுள் திரளையே சாலை கட்டுமானப் பொருள்களுள் முதன்மையாக விளங்குகிறது. புகைக்கீல் (Asphalt), தார் மெக்காடம் (Tar Macadam) அல்லது கான்கிரீட் போன்ற கலவைகளில் முக்கியமானதாக விளங்கும் செயலற்ற தாதுப் பொருள்களின் துண்டங்கள், துகள்கள் (Inert Mineral Fragments and Particles) ஆகியவற்றினையே 'திரளை' என்கிறோம். சாலையின் பெருமளவு இப் பொருளால் ஆனதே. சாலையில் தோன்றும் தகைவுகளைப் (Stresses) பெருமளவில் இவை தாங்குவதுடன் மேற்பரப்பில் தோன்றும் தேய்மானத்தையும் தடுக்கின்றது. இத் திரட்சியிலுள்ள துகள்கள், நிலக்கீல் பொருள்கள், சிமெண்டு போன்ற பிணைப்பான்களால் (Binders) பிணைக்கப்பட்டு உறுதியான சாலைப்பரப்பாக விளங்க வல்லவை எனவே, திரளையின் பொறியியல் இயல்புகளை

அறிதல் நெடுஞ்சாலைப் பொறியாளர்களின் தலையாய கடனாகும்.

திரளையும், அதன் புவியியலும் (Aggregate and Its Geology)

10–2. சாலைக்குப் பயன்படும் திரளையைக் கீழ் வருமாறு பிரிக்கலாம்:

(a) இயற்கையாகக் கிடைக்கும் திரளை
- (i) நொறுக்கப்பட்ட பாறைத் திரளை
- (ii) கப்பி
- (iii) மணல்

(b) செயற்கையான திரளை
- ஊது உலைக் கசடு

10–3. இயற்கையில் கிடைக்கும் திரளை வகைகள் பாறைகளிலிருந்து பெறப்படுகின்றன. பாறை வெட்டும் இடங்களிலிருந்து (Quarry) பாறைகளை எடுத்து அவற்றைத் தக்க அளவினதாய் உடைத்து சாலைகளுக்குப் பயன்படுத்தலாம்.

10–4. வானிலை (Weathering) மாறுதல்களால் சிதைவுறும் பருவெட்டான பாறைத்துகள்கள் தண்ணீரால் ஆறுகளுக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. அவை அங்கேயே படிகின்றன. இதனைக் 'கப்பி' (Gravel) என்கிறோம். நீரால் அடித்துச் செல்லும்பொழுது, உராய்வினால் அதன் மேற்பரப்பு தேய்வுற்று, வழவழப்பாக மாறுகின்றது. வானிலை மாறுதல்களால் பாறை சிதைவுறும்பொழுது இறுதியில் கிடைக்கும் தாதுத்துகள்களை 'மணல்' என்கிறோம். எஃகைத் தயாரிக்கும் பொழுது கிடைக்கும் உடன் விளைவுப் பொருளாக (By-Product) ஊது உலைக்கசடு கிடைக்கின்றது. சாலை அமைக்கப் பயன்படும் செயற்கைத் திரளை அநேகமாக இஃது ஒன்று மட்டுமே என்று கூறலாம். இவற்றினைப்பற்றி இப்பொழுது சற்று விரிவாகக் காண்போம்.

நொறுக்கப்பட்ட பாறைத்திரளை

10-5. தாதுப் பொருள்கள் படிக வடிவத்தில் பிணைந்து அமைவதே பாறை எனப்படுகிறது. எனவே, இத் தாதுப் பொருள்களின் இயல்பிணைப் பொறுத்து பாறையின் இயல்பும் அமைகிறது. வெவ்வேறு வகையான பாறைகளிலிருந்து

நொறுக்கப்பட்டுப் பாறைத்திரளை உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது.

10-6. பாறை வகைகளை எரிமலை செயல்படுவதால் தோன்றும் பாறைகள் அல்லது தழற்பாறை (Igneous), படிதல் பாறை (Sedimentary), இயன்மாறிய பாறைகள் (Metamorphic) என மூன்று பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். தழற்பாறை வகையில் கிரானைட் (Granite), சைனைட் (Syenite), டையோரைட் (Diorite), கேப்ரோ (Gabbro), டாலரைட் (Dolorite), டையபேஸ் (Diabase) ஆகிய பாறைகள் அடங்கும். நல்ல பாறையிலிருந்து கிடைக்கும் கற்களைச் சாலைகளுக்குத் தயக்கமின்றிப் பயன்படுத்தலாம். மிகவும் மோசமான, சிதைவுற்ற (Disintegrated) நிறம் மங்கிய, எளிதில் தகர்க்கப் படக்கூடிய நிலையிலுள்ள பாறைகளிலிருந்து கிடைக்கும் கற்களைச் சாலை கட்டுவதற்குப் பயன்படுத்தக்கூடாது.

10-7. படிதல் பாறை வகையில் சுண்ணும்புக் கல், டாலமைட் (Dolomites), மணல் கல் (Sand stone), குவார்ட்ஸைட் (Quartzite), களி கிளிஞ்சல் (Clay shale), சகதிக் கல் (Mudstone) போன்றவை அடங்கும். இவற்றுள் சுண்ணும்புக்கல் (Lime stone) சாலை கட்டுவதற்கு மிகவும் பயன்படுகின்றது. ஏனெனில் இது போதிய உறுதியுடனும், நிலக்கீல் பொருள்களுடன் எளிதில் இணையும் ஆற்றலுடனும் விளங்குகின்றது. டாலமைட் கற்களும் சுண்ணும்புக் கற்களைப் போன்ற இயல்புடையன. சுண்ணும்புக் கல்லைப்போன்று நிலக்கீல் பொருள்களுடன் எளிதில் ஒட்டும் இயல்பு இல்லாவிடினும், மணல் கல்லையும் சாலை அமைப்பதற்கும் பயன்படுத்துகின்றனர். குவார்ட்சைட் கடினமாக இருப்பினும், எளிதில் உடையக்கூடிய நொய்ம்மைத்தன்மை (Brittle) வாய்ந்தது. தவிரவும் இது நிலக்கீல் பொருள்களுடன் இணையா. களி கிளிஞ்சல், சகதிக் கல் போன்றவை சாலை அமைப்பதற்கு ஏற்றவையல்ல.

10-8. இயன்மாறிய பாறைகளில், ஹார்ன்ஃபெல்ஸ் (Hornfels) என்னும் பாறைவகை சாலை சமைப்பதற்கு மிகச் சிறந்ததாகும். க்னிஸ் (Gneiss), க்ரனுலைட் (Granulite) போன்றவை கிரேனைட் (Granite) போன்றே சாலை கட்டுவதற்குப் பயன்படுகின்றன. பலகைக்கல் (slate), ஷிஸ்ட் (Schist) போன்ற பாறை வகைகள் சாலை அமைப்பதற்குப் பயனற்றவையாகும்.

கப்பி (Gravel)

10–9. ஒரே வகைப் பாறையினதாகவோ (எடுத்துக்காட்டு: ஃபிளின்ட் அல்லது குவார்ட்ஸைட் போன்றவை) அல்லது கடினத்தன்மையும் மற்ற இயல்புகளும் மாறுபட்ட வெவ்வேறு பாறை வகைகளினுலோ கப்பி உருவாக்கப்பட்டிருக்கும். மென்வகைப் பாறைகளாலான கப்பி பொதுவாகக் கிடைப்பதில்லையாயினும், மற்ற தகுதியான பொருள்கள் கிடைக்காத சில இடங்களில் சுண்ணும்புக்கல் கப்பி பயன்படுகின்றது. கப்பிக் கலவையில் கடினவகைக் கற்களைத் தவிர களி மண் கட்டிகள், கிளிஞ்சல், மென் மணல் கல் போன்றவையும் ஓரளவு காணப் படுவது இயற்கையே. எனினும், அவற்றின் அளவு விகிதம் அதிகரிப்பதை அறிந்து விலக்குவதற்காகச் சோதனை செய்வது அவசியமாகிறது.

மணல் (Sand)

10–10. இயனிலை மாறுபாட்டால் பாறைகள் சிதைவுற்று இறுதியில் மிஞ்சும் தாதுத் துகள்கள் மணல் என வழங்கப்படு கிறது என முன்பே கண்டோம். மணலில் காணப்படும் தாது வகைகளுள் குவார்ட்ஸ் முக்கிய இடத்தை வகிக்கின்றது. ஏனெனில், குவார்ட்ஸ் எளிதில் சிதைவுறுவதில்லை. சில சமயங் களில் மணலும் கப்பியில் விரவிக் காணப்படும்.

கசடு (Slag)

10–11. ஊது உலையில் உடன் விளைவுப் பொருளாகக் கிடைக்கும் கசடு சாலை அமைப்பதற்குப் பயன்படுகின்றது. கசடில் கால்சியம், மக்னீசியம் ஆகியவற்றின் அலுமினிய-சில்லி கேட்டுகள் (Alumino-silicates of Calcium and Maganesium) உள்ளன. கசடு விரைவில் குளர்ச்சியடைவதால் கசடின் இயல்பில் மாறுதல்கள் பல நிகழ்கின்றன. அதன் உள்ளும் புறமும் உள்ள துகள்கள் அளவில் பெரிதும் மாறுபடுகின்றன. நுண் துளை விகிதத்திலும் வேறுபடுகின்றன.

திரளை (Aggregate)

நல்ல திரளைக்குரிய தகுதிகள்

10–12. சாலைத்திரள் கட்டுறுதியாகவும் (Toughness), கடின மாகவும், நீண்ட நாள் உழைக்கக் கூடியதாகவும், தேவையான அளவு இணையும் இயல்பினதாகவும் விளங்கவேண்டும். நொறுக்குதலையும், தேய்வையும் தடுக்கும் இயல்பினைக் கடினத் தன்மை (Hardness) என்கின்றனர், சாலையின் மேற்பரப்பில்

செல்லும் ஊர்தியின் எடையால் பொடியாகாமலும், அதன் சக்கரங்கள் சாலையின் மேல்பரப்பில் செல்வதால் தேய்வடையாமலும் இருப்பதற்குக் கடினத் தன்மையே காரணமாகும். ஊர்தி செல்லுவதால் விளையும் மோதலால் பிளவு படுவதைத் தடுக்கும் இயல்பினைக் கட்டுறுதி(Toughness) என்கிறோம். கட்டுறுதியைச் சம்மட்டி அடிபோன்ற மோதுகை விளைவை யுண்டாக்கும் விசையினால் அறிய இயலுகிறது. நீண்ட நாள் உழைக்கக்கூடிய தன்மை (Durable) சாலையின் வாழ் நாளை நிர்ணயம் செய்கிறது. இது திரளையின் கல்லியல் இயைபினைப் (Petrological Composition) பொறுத்து அமைகிறது.

10-13. சாலைத் திரளையின் தகுதியைப் புவியியல் முறையிலுள்ள காட்சிப் பரிசோதனைகள் மூலமாவது (Visual Examination) அல்லது கல்லியல் முறைப்படி, உருப் பெருக்காடியில் பரிசோதனைகள் செய்வதன் மூலமாவது நிர்ணயிக்கலாம். அல்லது இதற்கெனவே தனிப்பட்ட முறையில் அமைப்பாண்மை செய்யப்பட்ட இயற்பியல் சோதனைகள் மூலமாகவும் அறியலாம். புவியியல் முறைகளில் சோதனைகள் நடத்த நீண்ட நேரமாவதுடன், நல்ல பயிற்சியும் தேவைப்படுகிறது. எனவே, நெடுஞ்சாலைப் பொறியாளர்களால் அவற்றினை எளிதில் செய்ய இயலுவதில்லை. ஆயின், இயற்பியல் சோதனைகள் எளிமையானவை; சிறிதளவு பயிற்சியுடன் அவற்றை நல்ல முறையில் செய்யலாம். இவ் விதமான சோதனைகளிலிருந்து கிடைக்கப்பெறும் முடிவுகளை நல்ல சாலை அமைக்க உகந்த திரளையின் தகுதிகளுடன் ஒப்பிடலாம். இவ்விதம் ஒப்பிடுவதால், குறிப்பிட்டதொரு சாலை அமைவிடத்திலிருந்து கிடைக்கும் திரளையைச் சாலை அமைக்கப் பயன்படுத்தலாமா, வேண்டாமா என்பதை அறிய இயலுகிறது. இனி, இயற்பியல் சோதனைகளுள் சிலவற்றைக் காண்போம்.

சாலை அமைக்கப் பயன்படும் திரளையின் இயல்புகளை அளவிடுதல் (Evaluation Of the Quality of Road Aggregates)

10-14. இயற்பியல் சோதனைகளினால் சாலைக்குப் பயன்படும் கற்களின் இயல்புகளை எண் உருவில் பெறலாம், இவற்றுள் முக்கியமான சிலவற்றை இங்கே காண்போம்:

(1) டேவல் உராய்வுச் சோதனை (Deval's Attrition Test)

(2) லாஸ் ஏஞ்சல் தேய்வுச் சோதனை (Los Angele's Abrasion Test).

(3) டோரி தேய்வுச் சோதனை (Dorry's Abrasion Test).

(4) மோதுகைச் சோதனை (Impact Test).

(5) நொறுக்குத் தடுப்பாற்றல் சோதனை (Crushing Strength Test).

(6) நீர் உறிஞ்சும் சோதனை, ஒப்படர்த்திச் சோதனை, அடர்த்திச் சோதனை (Water Absorption, Specific Gravity and Density Tests).

மேற்கூறிய சோதனைகளின் விவரங்கள் அமெரிக்கப் படித்தரங்கள், பிரிட்டன் படித்தரங்கள் ஆகியவற்றில் தரப்பட்டுள்ளன. 'பொருள்களைச் சோதனை செய்யும் அமெரிக்கர் சங்கம் (American Society Of Testing Materials...ASTM) அமெரிக்க மாநில நெடுஞ்சாலை அவர்களது கூட்டிணைப்பு (American Association Of State Highway Officials AASHD) ஆகிய நிறுவனங்கள் இவற்றிற்கான சோதனை முறைகளை உருவாக்கியுள்ளனர்.

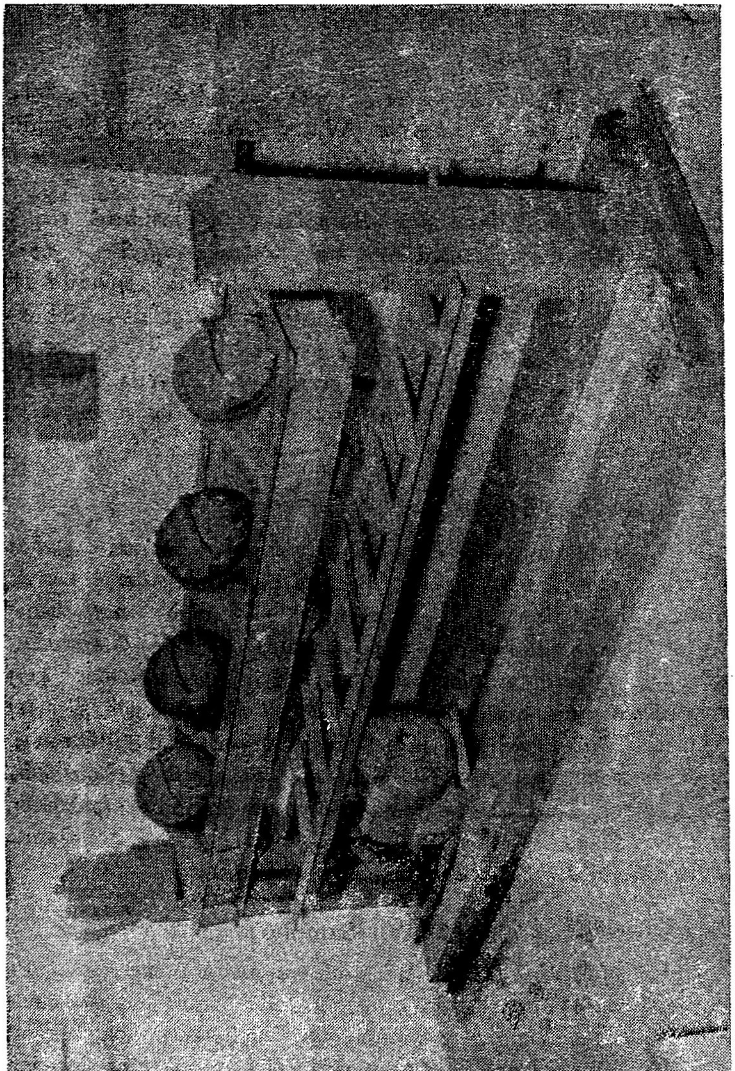
(1) டேவல் உராய்வுச் சோதனை

10-15. பாறைமாதிரி ஆய்பொருள்கள், கப்பி ஆகியவற்றினைச் சோதிக்க டேவல் உராய்வுச் சோதனை பயன்படுகின்றது. ஆய்கருவி (Apparatus) டேவல் உராய்வுச் சோதனை ஆய்கருவியில் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உள்ளீடற்ற இரும்பு உருளைகள் உள. அவ் வுருளைகளின் ஒரு முனை மூடப்பட்டும், மறுமுனையில் சரிவரப் பொருந்தும் இரும்பு மூடி இடப்பட்டும் இருக்கும். உருளையின் உள்விட்டம் 20 சென்டி மீட்டரும், உள் உயரம் 34 சென்டி மீட்டரும் இருக்கும். இவ் வுருளைகள் கிடையாகச் செல்லும் தண்டு (Shaft) ஒன்றின் மேல் 30° சாய்வில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். தண்டின் கிடை அச்சினைச்சுற்றி உருளைகள் சுழற்றப்படுகின்றன.

சோதனைக்கான மாதிரி ஆய்பொருள் (Test Samples)

10-16. குறைந்தது 3½ அங்குல அளவுள்ள, ஏறக்குறைய கனசதுர வடிவமான, பாறைத்துண்டுகள் ஆய்பொருளாகப் பயன்படுகின்றன. பரிசோதனைக்கென, மேற்கண்ட அளவுள்ள சுமார் 50 துண்டுகள் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. சாதாரணமாகச் சோதனைக்கு எடுத்துக்கொள்ளப்படும் மாதிரிப் பொருளின் எடை சுமார் 5 கிகி இருக்கவேண்டும். மாதிரிப் பொருளைத் தூய்மையாகக் கழுவிய பிறகே எடைபோட வேண்டும். கப்பியைச் சோதனை செய்ய வேண்டுமானால்,

நொறுக்கப்படாத துண்டங்களுள்ளதாக அது இருக்க வேண்டும். அட்டவணை 10–1–ல் காணப்படும் ஐந்து தர



புகைப்படம் 2. டேவல் உராய்வுச் சோதனைக்கான ஆய்கருவி (நன்றி)

நிலைகளுள் ஏதேனும் ஒன்றினைக்கொண்டு சோதனை செய்ய வேண்டும். மாதிரிக் கப்பியை வெவ்வேறு அளவிற்கேற்பப்

பிரித்து, நன்கு கழுவி, உலரவைக்கவேண்டும். பின்னர்த் தேவைப்படும் தரநிலைப் பெறுமாறு அவற்றினை ஒன்றுகக் கலக்கவேண்டும். மாதிரிக் கப்பியின் மொத்த எடை, உலர் நிலையில், 5 கிகி இருக்கவேண்டும்.

அட்டவணை 10-1.

கப்பியின் உராய்வுச் சோதனைக்கான AASHO தரநிலைகள்

தரநிலை எண்	சல்லடை அளவு (சதுரத் திறப்புகள்) Size Of Sieves (Square Openings)		சதவீதம் (Percentage)
	கடந்து செல்லல் (அங்குலம்) Passing (In)	தங்கி நிற்றல் (அங்குலம்) Retained (Inches)	
எண் 1	$\frac{3}{4}$ 1 $1\frac{1}{2}$ 2	$\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$ 1 $1\frac{1}{2}$	25 25 25 25
எண் 2	$\frac{3}{4}$ 1 $1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$ 1	25 25 50
எண் 3	$\frac{3}{4}$ 1	$\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$	50 50
எண் 4	$\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$	ச. எண் 4 $\frac{1}{2}$	50 50
எண் 5	$\frac{3}{4}$ $\frac{1}{2}$	ச. எண் 4 $\frac{3}{8}$	50 50

சோதனை வழிமுறை

10–17. நொறுக்கப்பட்ட பாறை ஆய்பொருளைக் கீழ்வரும்

முறையில் சோதிக்கின்றனர். ஏதேனும் ஓர் உருளைக்குள் மாதிரிப் பொருளை இட்டு அதன் மேற்புறத்தை மூடிவிடுகின்றனர். உருளைகளை நிமிடத்திற்கு 30-லிருந்து 33 சுழற்சிகள் வீதம் 10,000 சுழற்சிகள் சுற்றுகின்றனர். இவ்விதம் சுழற்றும் போது கற்கள் ஒன்றின்மேல் ஒன்று முட்டுகின்றன (Strike). இது தளத்தின் மீது சக்கரம் செல்லும் பொழுது கற்களின் இடையே ஏற்படும் விளைவை ஒத்ததாகும்.

10–18. கப்பியைச் சோதனை செய்கையில் அவற்றுடன் $1\frac{7}{8}$ அங். விட்டமும். சுமார் 0.43 கிராம் எடையுமுள்ள ஆறு வார்ப்பு இரும்பு குண்டுகளையும் உருளையொன்றினுள் இடுகின்றனர். பின்னர் உடைக்கப்பட்ட கற்களுக்குச் செய்ததைப் போலவே நிமிடத்திற்கு 30-லிருந்து 33 சுழற்சிகள் வீதம் 10,000 சுழற்சிகள் சுற்றுகின்றனர்.

10–19. தேவையான அளவு சுற்றிய பின்னர் (சுமார் 5 மணி நேரத்திற்குப் பின்னர்) உருளையிலிருந்து அப் பொருளை எடுத்து ASTM 12 எண் சல்லடை வழியே சலிக்கின்றனர். இந்தச் சல்லடை வழியே சென்ற பொருளின் எடையை ஆதியில் எடுத்த எடையின் சத வீதத்தில் குறிப்பிட்டால், அதுவே அப் பொருளின் "தேய்மானக் குறியீட்டு எண் (Index of wear) ஆகும். சில சமயங்களில் தேய்மான எண். Coefficient of wear) அல்லது பிரஞ்ச் எண் (French Co-efficient) கீழ்க்காணும் சூத்திரத்தின் அடிப்படையில் கணிக்கப்படுகிறது:

$$\text{பிரஞ்ச் எண்} = \frac{400}{W}$$

இங்கு,

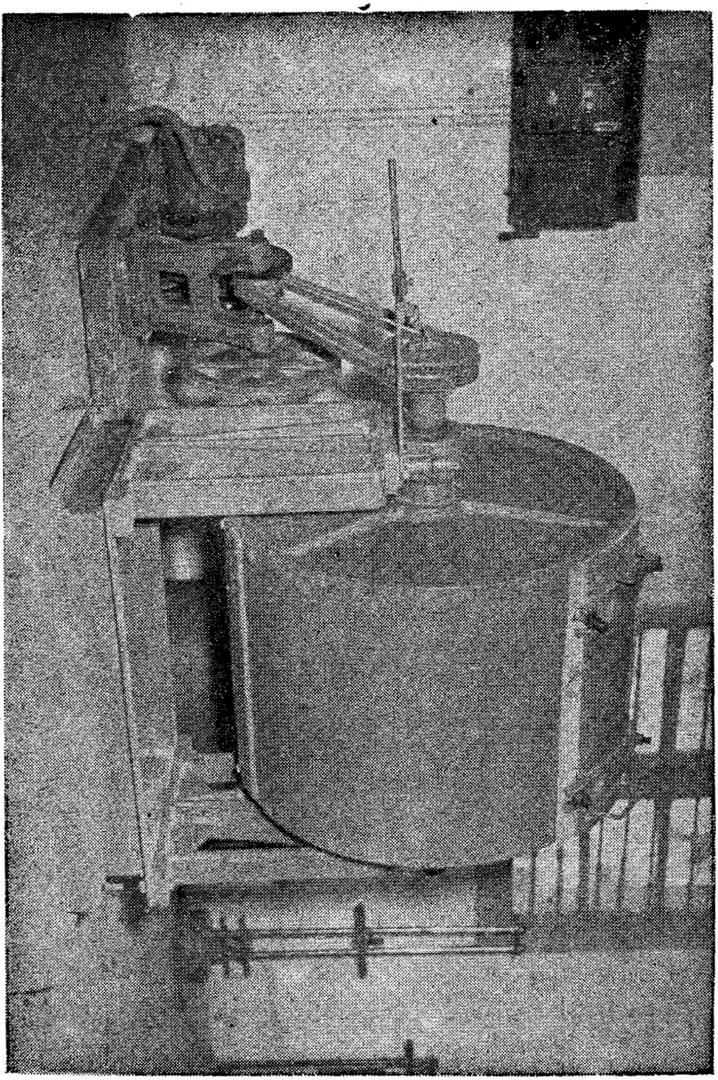
W = பயன்படுத்தப்பட்ட பொருளின் ஒரு கிகி எடையில் 12 எண் சல்லடை வழியே செல்லும் பொருளின் எடை (கிராமில்). 343

(2) லாஸ் ஏஞ்சல் தேய்வுச் சோதனை (Los Angele's Abrasion Test)

10–20. இச் சோதனையின் மூலம் நொறுக்கப்பட்ட பாறை, நொறுக்கப்பட்ட கசடு, நொறுக்கப்பட்ட கப்பி, நொறுக்கப் படாத கப்பி ஆகியவற்றின் தேய்மான எண்ணை அறியலாம்.

ஆய்கருவி: இக் கருவியில் 28 அங், உள் விட்டமும், 20 அங். உள் நீளமுள்ள உருளையொன்று உண்டு. கிடையாகச் சுழற்றுவதற்கு ஏற்ப இவ்வுருளையின் இரு புறங்களும் இரு சுழற்சித் தானங்களின் (Pivots) மீது பொருத்தப்பட்டுள்ளன. மாதிரிப்

பொருளை உள்ளே இடுவதற்காக உருளையின் முழு நீளத்திற்கும் ஒரு திறப்பு உண்டு. இதனை மூடுவதற்கு ஒரு மூடியும் உண்டு.



புகைப்படம் 3. லாஸ் ஏஞ்சல் ஆயகருவி (நன்றி)

இவ் வுருளைக்குள், அகற்றத்தக்க படித்தட்டு (Removable Shelf) ஒன்று ஆரைத் திசையில் $3\frac{1}{2}''$ நீட்டிக் கொண்டிருக்கும்.

உருளையின் முழு நீளத்திற்கும் இஃது இருக்கும். உருளையின் திறப்பு விளிம்பிலிருந்து படித்தட்டினை 50 அங். இடைவெளிக்குக் குறையாமலிருக்குமாறு அமைக்க வேண்டும். இது பரிதியின் (Circumference) வழியே உருளை சுற்றும் திசையில் உள்ள தூரத்தைக் குறிக்கின்றது.

10–21. ஆய்பொருள்: முடுலையிலிட்டு, எடை மாறுமலிருக்கும் வரை உலர்த்தப்பட்ட தூய மாதிரிப் பொருளையே இதற்குப் பயன்படுத்த வேண்டும். மாதிரிப் பொருள் அட்டவணை 10-2–ல் காணப்படும் தர நிலைகளுள் ஏதேனும் ஒன்றிற்கு இசைந்து காணப்பட வேண்டும்.

அட்டவணை 10-2.

திரளை தேய்வுச் சோதனைக்கான AASHO தரநிலை

சல்லடை அளவு (சதுரத் திறப்பு)		சோதனைப் பொருளின் தரநிலையும், எடையும் (கிராமில்)						
கடந்து செல்லல் (Passing)	தங்கி நிற்றல் (Retained on)	A	B	C	D	E	F	G
3″	2½″	—	—	—	—	2500	—	—
2½″	2″	—	—	—	—	2500	—	—
2″	1½″	—	—	—	—	5000	5000	—
1½″	1″	1250	—	—	—	—	5000	5000
1″	¾″	1250	—	—	—	—	—	5000
¾″	½″	1250	2500	—	—	—	—	—
½″	⅜″	1250	2500	—	—	—	—	—
⅜″	எண் 3	—	—	2500	—	—	—	—
எண் 3	எண் 4	—	—	2500	—	—	—	—
எண் 4	எண் 8	—	—	—	5000	—	—	—

பின் குறிப்பு: E,F,G ஆகியவற்றின் அடியிலுள்ள அளவுகளில் 2 சதம் வேறுபாட்டிசைவு (Tolerance) உள்ளது.

சோதனை வழி முறை

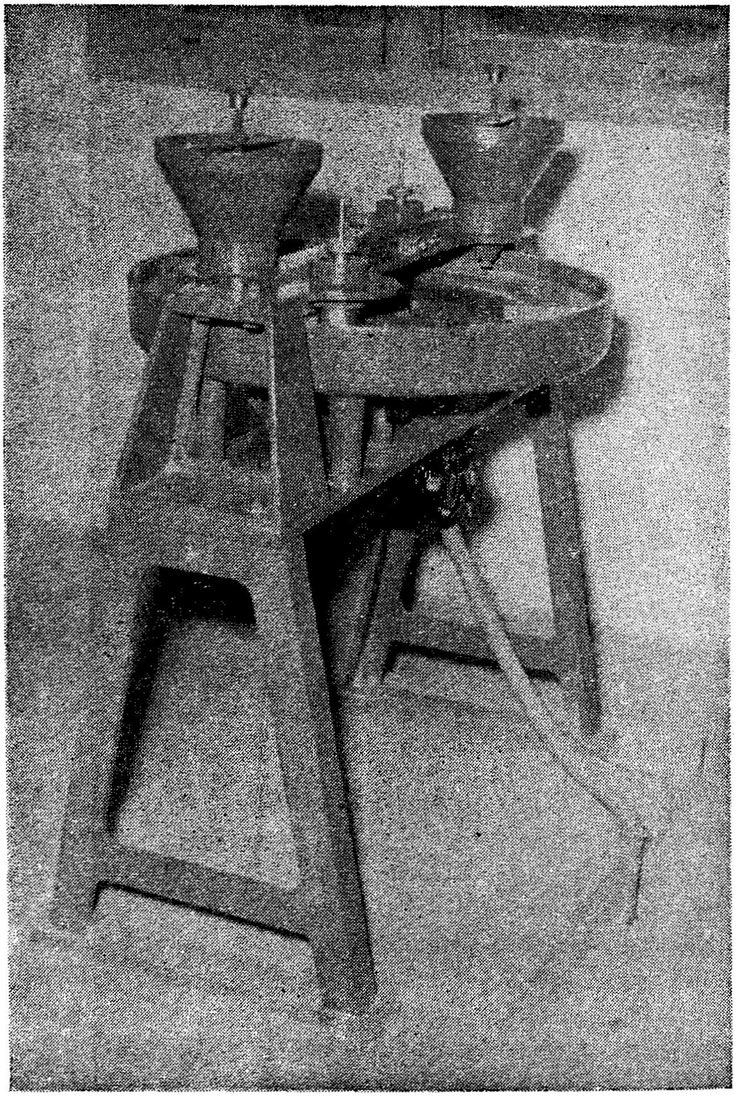
10–22. லாஸ் ஏஞ்சல் இயந்திரத்தினுள் சோதனை மாதிரிப் பொருளையும் எஃகுக் குண்டுகளையும் இடவேண்டும். A,E,F,G வகை சோதனைப் பொருள்களுக்கு 12 குண்டுகளும், E வகைக்கு 11 குண்டுகளும், C வகைக்கு 8 குண்டுகளும், D வகைக்கு 6 குண்டுகளும் பயன்படுத்த வேண்டும். குண்டுகளின் சராசரி எடை 417 கிராமும், அவற்றின் விட்டம் 1 7/8 அங்குலமும் இருக்க வேண்டும். நிமிடத்திற்கு 30-லிருந்து 33 சுழற்சிகள் இருக்குமாறு சுற்ற வேண்டும். A,B,C,D வகைப் பொருள்களுக்கு 500 சுழற்சிகளும், E,F,G வகைகளுக்கு 1,000 சுழற்சிகளும் தேவைப்படுகின்றன. வேண்டிய அளவிற்குச் சுழற்றிய பின்னர் 12 எண் சல்லடை வழியே சலித்து, அதில் தங்கி நிற்கும் பொருளைக் கருவி மூடுலையில் 105°C முதல் 110°C வரையிலுமான வெப்ப நிலையில் மாறு எடை கிடைக்கும் வரை உலர்த்தி, இறுதி எடையைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும் இந்த எடைக்கும், முதலில் எடுத்துக் கொண்ட எடைக்குமுள்ள வித்தியாசத்தை ஆதி எடையின் சத வீதத்தில் குறிப்பிட வேண்டும். இதுவே அப் பொருளின் 'தேய்மானக் குறியீட்டு எண்' ஆகும்.

(3) டோரி தேய்வுச் சோதனை

10–23. இச் சோதனை பாறை, கப்பி ஆகியவற்றைச் சோதனை செய்யப் பயன்படுகின்றது.

ஆய்கருவி: இக் கருவியில் கிடைமட்டத்தில் சுழலும் எஃகாலான தட்டு ஒன்றுள்ளது. கப்பியைச்சுழலும் தட்டில் வைப்பதற்கென இரு இரும்புத் தகடுகளாலான பைபோன்ற அமைப்புகள் (Pockets) உள. பாறையைச் சோதனை செய்ய வேண்டுமாயின் 1 அங். உயரமுள்ள உருளை வடிவிற்குஅதனை அரைக்கவேண்டும் Grinding). உருளையின் மேல் 1,250 கிராம் எடையை வைப்பதன் மூலம் சுழல் தட்டின்மேல் சற்று அழுத்திஞல் போல் ஆய் பொருளை அமைக்கலாம். கப்பியைச் சோதனை செய்ய வேண்டுமாயின் அதனை இரும்புத்தகடுகளாலான இரு பைகளுள் இட்டு, முன் போலவே 2,000 கிராம் எடையைவைப்பதன் மூலம் ஆய் பொருளை சுழல் தட்டின் மேல் சற்று அழுத்திஞற்போல் அமைக்கலாம். B. S. வலை 25–36–ல் செல்லும் சில்லிகா மணல்

(Silica Sand), இதற்கென அமைக்கப்பட்ட இரு கூம்புகளின் வழியே சுழல் தட்டின் மீது தூவப்படுகிறது.



புகைப்படம் 4.

டோரி ஆய்கருவி (நன்றி)

ஆய் பொருள்

10-24. புதிதாக வெட்டப்பட்ட பாறைகளிலிருந்து பெறப் படும் மாதிரிப் பொருளை 1 அங். விட்டமும், 1 அங். நீளமுமுள்ள உருளையாக அரைத்துத் தயாரிக்க வேண்டும். உருளையின் அச்சுக்குச் செங்குத்தாக அதன் இரு முனைகளும் இருப்பதோடு, அவை சமதளமாயும் இருக்கவேண்டும். பின்னர் இதனை எடையிட வேண்டும். கப்பியாக இருந்தால் $\frac{1}{2}$ அங். அளவுள்ள துண்டுகளாக 100 கிராம் சோதனைக்காக எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும்.

சோதனை வழிமுறை

10-25. மேற்கண்ட முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட சோதனை மாதிரிப் பொருளை இயந்திரத்தில் வைத்து, நிமிடத்திற்கு 28 சுயற்சிகள் வீதம் தட்டைச் சுற்றவேண்டும். ஆய்பொருள் பாறைத் துண்டாயிருந்தால் 1,000 சுழற்சிகள்வரை சுற்ற வேண்டும். பிறகு, மறுமுறையும் எடையிடவேண்டும். முதலில் கிடைத்த எடைக்கும், இறுதியில் கிடைத்த எடைக்கும் உள்ள வித்தியாசம் தேய்வினால் விளைந்ததாகும். தேய்வுக்குறைவா யிருந்தால் கடினத்தன்மை அதிகம் என்று பொருள். பின்வரும் சூத்திரத்தைப் பயன்படுத்தி பாறையின் கடின எண்ணைக் (Hardness Coefficient) கண்டு பிடிக்கலாம்.

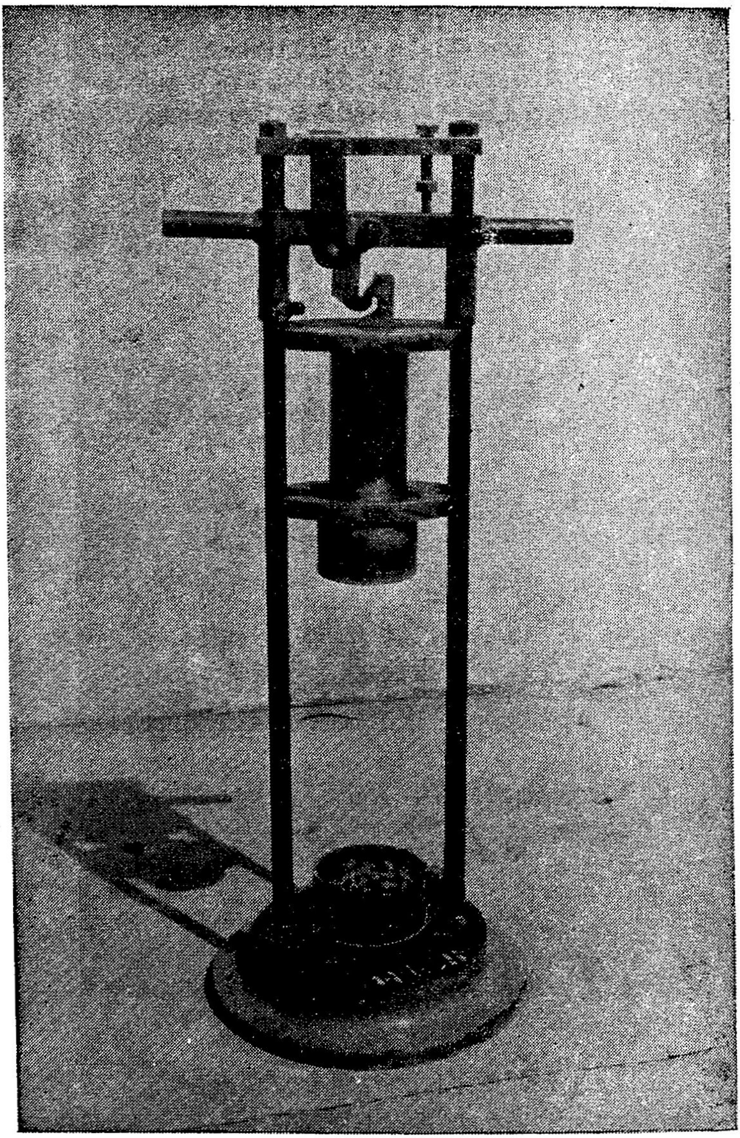
$$\text{கடின எண்} = 20 - \frac{\text{எடை குறைவு (கிராமில்)}}{3}$$

கப்பியாக இருந்தால், நிமிடத்திற்கு 28 சுழற்சிகள்வீதம் 500 சுழற்சிகள் சுற்றவேண்டும். சோதனைக்குப் பிறகு B. S. சல்லடை வழியே சலித்து, அதில் தங்கி நிற்கும் பொருளை எடையிடவேண்டும். ஆதி எடைக்கும், இறுதி எடைக்குமுள்ள வித்தியாசம் உராய்வினால் விளைந்ததாகும். இந்த எடை வித்தியாசத்தை ஆதி எடையின் சதவீதத்தில் குறிப்பிட வேண்டும். இரண்டு வகை ஆய்பொருள்களுக்கும் சிலிகா மணல் உராய்வை உண்டாக்கப் பயன்படுகிறது.

(4) மோதுகைச் சோதனை (Impact Test)

10-26. இச் சோதனை பாறை, திரளை ஆகியவற்றின் கட்டுறுதியை (Toughness) அறிய உதவுகின்றன.

ஆய்கருவி: மோதுகையை உண்டாக்கும் எந்த ஓர் இயந்திரத்தையும் இதற்கெனப் பயன்படுத்தலாம். பாறை களுக்கு 2 கிலோ எடையும், நொறுக்கப்பட்ட திரளைக்கு



புகைப்படம் 5.
மோதுகை ஆய்கருவி (நன்றி)

30 பவுண்டு எடையுமுள்ள சுத்தியல் (Hammer) தேவைப்படுகிறது. எந்த ஓர் உயரத்திலிருந்து எடை விழுந்தால்

பாறையில் முறிவு தோன்றுமோ (Fracture) அந்த உயரத்தின் அடிப்படையில் கட்டுறுதியை அறியலாம். எனவே, பாறையைச் சோதனை செய்யும்போது எடை விழும் உயரத்தை வேண்டியவாறு மாற்றியமைத்துக்கொள்ளும் அமைப்பு இருக்கும். நொறுக்கப்பட்ட திரளைக்கு B. S. சல்லடை 7. வழியே செல்லும் பொருளின் சதவீதத்தின் அடிப்படையில் திரளையின் இயல்பை அறியலாம். பாறையைச் சோதனையிட பட்டைடக்கல்லும் (Anvil), நொறுக்கப்பட்ட திரளைக்குச் சிறிய கிண்ணமும் (Cup) தேவைப்படுகிறது.

ஆய் பொருள்

10-27. பாறை ஆய் பொருளைக் கீழ்வரும் விதத்தில் தயாரிக்கின்றனர். 25 மிமீ விட்டமும், 25 மிமீ உயரமுமுள்ள உருளைகளே ஆய் பொருளாகப் பயன்படுகின்றன. ஒரு தொகுப்பில் 3 உருளைகள் சோதனைக்கென இருக்கவேண்டும். வலிமை குறைந்ததளம் (Plane of weakness) வெளிப்படையாகத் தெரிந்தால் அத் தளத்திற்கு இணையாக 3 உருளைகளையும் (ஒரு தொகுப்பையும்), செங்குத்தாக 3 உருளைகளையும்—ஆக இரு தொகுப்புகளையும் கடைந்து எடுக்க வேண்டும். உருளை ஒவ்வொன்றின் இரு முனைகளும் அச்சுக்குச் செங்குத்தாக இருக்கவேண்டும்.

10-28 திரளைக்குப்பின்வரும் முறை பின்பற்றப்படுகின்றது: $\frac{3}{8}$ அங்குலத்திலிருந்து $\frac{1}{2}$ அங்குலம் வரையிலுமான அளவிற்கு நொறுக்கப்பட்ட பாறைகளில் $\frac{3}{4}$ பவுண்டு எடுத்து அதை மோதுகை நிகழ்த்தும் இயந்திரத்தின் அடியில் பொருத்தப் பட்டுள்ள கிண்ணத்தில் இடவேண்டும்.

சோதனை வழிமுறை

10-29. சோதனைப் பொருள் பாறையாக இருந்தால், அதனைப் பட்டைக்கல்லில் வைக்கவேண்டும். சுத்தியல் கீழே விழும்போது அதன் எடை ஆய்பொருளின் அச்சின் வழியே செலுத்தப்படுவதற்கென அடிப்புறத்தில் கோளமொன்று (1 அங். ஆரை) பொருத்தப்பட்டுள்ள எஃகாலான மூழ்கித் தண்டினை (Plunger) (1 கி கி. எடை) ஆய்பொருளின் மேல் வைக்கவேண்டும். முதலில் சுத்தியல் கீழ்விழும் உயரத்தை 1 செமீ. ஆகவும், பிறகு ஒவ்வொரு முறையும் 1 செமீ. அதிகரித்தும் செல்லவேண்டும். ஆய்பொருள் முறிவதற்குத் தேவையான உயரத்தை சென்டிமீட்டரில் கூறினால் அதுவே அப்பாறையின் கட்டுறுதி ஆகும். வலிமை குறைந்ததளம்

வெளிப்படையாகத் தெரியாதபோது, 3 ஆய்பொருள்களின் தனித்தனியான கட்டுறுதி அளவினையும், அவற்றின் சராசரி கட்டுறுதி அளவினையும் காண வேண்டும். வலிமை குறைந்த தளம் வெளிப்படையாகத் தெரியும்போது, ஒவ்வொரு தொகுப்பிலுமுள்ள ஒவ்வொரு மாதிரிப் பொருளின் தனிப்பட்ட கட்டுறுதி அளவினையும், அவற்றின் சராசரி கட்டுறுதியின் அளவினையும் காணவேண்டுவது இன்றியமையாததாகும்.

10-30. திரளையாயிருந்தால் அதனைச் சோதனைக் கிண்ணத்தில் வைத்தபின்னர்ச் சுத்தியலை 15" உயரத்திலிருந்து 15 தடவை கீழே விழவைக்க வேண்டும். முடிவில் அதனை எடுத்து B. S. சல்லடை எண் 7 வழியே சலித்து, அதன் வழியே செல்லும் பொருளின் எடையை ஆதி எடையின் சதவீதத்தில் கூறவேண்டும் இதுவே திரளை மோதுகை எண் (Aggregate Impact value) ஆகும்.

(5) நொறுக்குத் தடுப்பாற்றல் சோதனை

10-31. இச்சோதனையினால் பாறை, திரளை ஆகியவற்றின் நொறுக்குத் தடுப்பாற்றலை அறியலாம். சோதனை செய்யப்படும் பொருள் பாறையாயிருந்தால் சோதனையின் முடிவை நொறுக்குத் தடுப்பாற்றலாகவும். திரளையாக இருந்தால் உருவாகும் நுண்பொருளின் சதவீதத்திலும் கூற வேண்டும்.

10-32. ஆய்கருவி: அழுத்தும் சோதனை இயந்திரத்தினைக் கொண்டு (Compression Testing Machine) பாறையினைச் சோதனை செய்யலாம். ஆய்பொருளின் அச்சின் வழியே எடை செயற்புரிய கோள வடிவ உருண்டையை அதன்மேல் வைக்கவேண்டும். திரளையைச் சோதனை செய்ய வேண்டுமாயின் 6" விட்டமுள்ள இரும்பாலான உள்ளீடற்ற உருளையும், நன்கு பொருந்தும் மூழ்கித் தண்டு ஒன்றும், அழுத்தும் சோதனை இயந்திரமும் தேவைப்படுகின்றன.

ஆய்பொருள்

10-33. மோதுகைச் சோதனைக்குத் தயாரித்ததுபோன்றே இச் சோதனைக்கும் பாறை ஆய்பொருளை அதே அளவில், அதே முறையில் தயாரிக்க வேண்டும். திரளை ஆய்பொருளுக்கு கீழ்வரும் முறை பின்பற்றப்படுகின்றது: சுமார் 7 பவுண்டு திரளை ஆய்பொருளை எடுத்து நன்கு கழுவி 106°C – 110°C வெப்பநிலையில் மாறு எடை கிடைக்கும்வரை உலர்த்தி, பிறகே

சோதனைக் குட்படத்தவேண்டும். திரளையின் அளவு $\frac{3}{8}''$ — $\frac{1}{2}''$ ஆக இருக்க வேண்டும்.

சோதனை வழி முறை

10-34. பாறை ஆய்பொருளை அழுத்தும் சோதனை இயந்திரத்தில் வைத்து, அதன்மேல் கோள உருண்டையினைப் பொருத்தி, நிமிடத்திற்கு 4 டன் வீதம் சீராக எடையைச் செலுத்தவேண்டும். ஆய்பொருள் அழிவுரும் போதுள்ள (Fialure) எடையைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். இதிலிருந்து சதுர அங்குலத்தில் செயல்புரிந்த எடையை அறியலாம்.

10-35. திரளையைச் சோதனை செய்யக் கீழ்வரும் முறை பின்பற்றப்படுகிறது. இதற்கென உள்ள உருளையில் (உள்ளீடற்று 6'' உயரமும் கொண்டது) ஐந்து வரிசைகளில் திரளையை இட்டு ஒவ்வொரு வரிசையினையும் $\frac{5}{8}$ அங். விட்டமுள்ள குத்துக்கட்டையைக் கொண்டு (Tamping Rod) 25 முறை குத்தவேண்டும். இதன்மேல் மூழ்கித் தண்டினைப் பொருத்தி, அழுத்தும் இயந்திரந்தில் வைக்கவேண்டும். நிமிடத்திற்கு 40 டன் வரும்வரை, எடையைச் சீராக உயர்த்திச் செல்லவேண்டும். பின்னர் உள்ளீடற்ற 'உருளையிலிருந்து நொறுக்கப்பட்ட திரளைப் பொருளை வெளியில் எடுத்து B.S. சல்லடை 7–ல் சலிக்க வேண்டும். இச் சல்லடை வழியே செல்லும் பொருளின் எடையை ஆதியில் எடுத்துக்கொண்ட எடையின் சதவீதத்தில் கூறவேண்டும். இது திரளையின் நொறுங்கா வண்மையைக் குறிக்கின்றது.

(6) நீர் உறிஞ்சும் சோதனை; ஒப்படர்த்தீச் சோதனை; அடர்த்திச் சோதனை

10-36. இச் சோதனைகள் பாறை, திரளை ஆகியவற்றிற்கு நடத்தப்படுகின்றன. பாறை ஆய்பொருளை 72 மணி நேரம் உலரவைத்து, பிறகு 72 மணி நேரம் நீரில் மூழ்கவைக்க வேண்டும். இவ்விரு நிலைகளுக்குமிடையே தோன்றும் எடை வித்தியாசம் உறிஞ்சப்பட்ட நீரின் அளவைக் குறிக்கிறது. பின்வரும் முறை கடைபிடிக்கப்படுகிறது. 8 பவுண்டு எடையுள்ள திரளையை 24 மணி நேரத்திற்கு 110°C வெப்ப நிலையில் உலரவைத்து, பின்னர் அதனை 24 மணி நேரத்திற்கு நீரில் மூழ்க வைக்கவேண்டும். இவ்விரு நிலைகளுக்குமிடையே தோன்றும் எடை வித்தியாசம் உறிஞ்சப்பட நீரின் அளவைக் குறிக்கிறது. ஒப்படர்த்தியினையும், அடர்த்தியினையும் காண வழக்கமான முறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன.

நல்ல சாலை கற்களுக்கு இருக்கவேண்டிய தகுதிகள்

10-37. நல்ல சாலைகளை அமைக்கப் பயன்படும் கற்களுக்குக் கீழ்க்காணும் சோதனை மதிப்பீடுகள் (Test values) உகந்தவையாகக் கருதலாம். கற்களின் இயல்புகளை ஒப்புநோக்க இவை பயன்படுகின்றன. கற்களைச் சாலையின் எந்தப் பகுதியில் பயன்படுத்துகிறோம் என்பதனையும், போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் இயல்பினையும், அதன் அளவினையும் பொறுத்துக் கீழ்க்காணும் சோதனை முடிவுகளின் மதிப்பில் மாற்றங்களை அனுமதிக்கலாம்.

சோதனையின் இயல்பு	ஒப்புக்கொள்ளத் தக்க சோதனை முடிவின் மதிப்புகள்.
(1) டேவல் உராய்வுச் சொதனை	$\ngtr$ 2·7% தேய்மான எண்
	$\ngtr$ 12%
(2) லாஸ் ஏஞ்சல் தேய்வுச் சோதனை	$\ngtr$ 13%
(3) டோரி தேய்வுச் சோதனை	$\ngtr$ 15%
(4) மோதுகைச் சோதனை	$\ngtr$ 15%
(5) நொறுக்குத் தடுப்பாற்றல் சோதனை	$\ngtr$ 13%
(6) நீர் உறிஞ்சும் சோதனை	$\ngtr$ 6%

நிலக்கீலார்ந்த பொருள்கள் (Bituminous Material)

10-38. ASTM நிலக்கீலைக் கீழ் வருமாறு வரையறுக்கிறது:

"இயற்கையாகவோ அன்றி பிறிதொரு பொருள் எரிவதாலோ (Pyrogenous) தோன்றும் நீரகம், கரியம் கலந்த ஹைட்ரோ-கார்பனை நிலக்கீல் எனலாம்." இது வாயுவாகவோ, திரவமாகவோ, அரை திடப்பொருள் இணக்கத்துடனோ (Consistency) அன்றி திடப் பொருளாகவோ இருப்பதுடன், கார்பன்டை சல்ஃபைடில் முழுமையாகக் கரையும் இயல்பும் உடையது. சாதாரண வெப்ப நிலையில் அவை நீரைக் காட்டிலும் சற்று திட நிலையிலிருந்து கடினமாகவும் எளிதில் உடையக் கூடியதாகவும் உள்ள நிலைவரை இருக்கக் கூடும். நீண்ட நேரத்திற்குத் தொடர்ந்து எடையை அதன்மீது வைப்பதால் மிகக் கடின வகை நிலக்கீலாக இருப்பினும் தன் கடினத் தன்மையை இழந்து, பாயும் இயல்பை அடைகிறது.

10–39. **நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களின் பணிகள்:** திரளையுடன் சேர்ந்து செயல்படும்போது நிலக்கீல் பொருள்களைப் பிணைப்பான்கள் (Binders) என வழங்குவர். நிலக்கீல் பிணைப்பான்களைக் கீழ்வரும் காரணங்களுக்காகச் சாலை கட்டுமானப் பொருளாகப் பயன்படுத்துகின்றனர் :

(1) சாலை மேற்பரப்பிலுள்ள பொருள்களில் போக்குவரவு நடமாட்டத்தினால் விளையும் பிசையும் செயலைக் குறைக்கும் மெத்தையாகச் செயல் புரிகிறது.

(2) நன்கு தர நிலை செய்யப்பட்ட பருவெட்டான பொருள்களால் ஆன சாலை மேற்பரப்பாயிருந்தால், அப் பரப்பில் நீர் நுழையா வண்ணம் நிலக்கீல் பொருள்கள் தடை செய்கின்றன.

(3) சாலை மேற்பரப்பிலுள்ள துகள்களை ஒன்றாக இவை பிணைப்பதால், விரைவாகச் செல்லும் ஊர்திச் சக்கரங்களால் அத் துகள்கள் ஈர்க்கப்படுவது (எதிர்மறை அழுத்தத்தினால் விளைவது) தடுக்கப்படுகின்றது.

(4) தக்க நிலக்கீல் பொருள்களைப் பயன்படுத்துவதினால். வானிலை மாறுபாடுகளால் சாலையின் மேற்பரப்பு பாதிக்கப்படுவது தடுக்கப்படுகின்றது. இதனால் தளத்தின் வாழ்நாளும் அதிகரிக்கிறது.

10-40. நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களுள் புகைக்கீல் பொருள்கள் (Asphalts), தார் (Tar) ஆகிய இரண்டும் அடங்கும். இயற்கையில் பிற பொருள்களின் கலப்பின்றியோ (Pure State) அல்லது தாதுப் பொருள்களுடன் இணைந்தோ புகைக்கீல் காணப்படுகின்றது. இவ்வாறன்றி பெட்ரோலியத்தைத் தூய்மைப் படுத்தும் பொழுதும் புகைக்கீலைப் பெறலாம். நிலக்கரி அல்லது மரம் போன்றவற்றைச் சிதைத்து வடிக்கும்போது (Destructive Distillation) தார் கிடைக்கிறது. புகைக்கீல் பொருள்களும், பலவகைத் தார் பொருள்களும் வியாபார முறையில் பல தரங்களில் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

புகைக்கீல், தார் ஆகிய பொருள்களின் ஒற்றுமை, வேற்றுமை

10-41. புகைக்கீல், தார் ஆகிய இரு பொருள்களும் கருமை அல்லது ஆழ்ந்த பழுப்பு நிறமாகத் தோற்றமளிப்பினும், இவை இரண்டும் முற்றிலும் மாறுபட்ட முறைகளில் தயாரிக்கப்படும் வெவ்வேறான பொருள்களாகும். இவற்றின் சில இயற்பியல்

தன்மைகளும், வேதியியல் தன்மைகளும் மாறுபட்டும், மற்றும் சில ஒன்றாகவும் விளங்குகின்றன. இவையிரண்டனுள் எளிதில் கிடைக்கும் பொருளையே பெரும்பாலும் பயன்படுத்துகின்றனர்.

10–42. இவ்விரு பொருள்களுள் தாரில் கார்பன்டை சல்ஃபைடில் கரையாத கட்டில்லா கரிமம் (Free Carbon) மிருந்து காணப்படுகிறது. மேலும் தார் வகைகள்-குறிப்பாக நிலக்கரியிலிருந்து கிடைக்கும் தார்வகை, நீரின் செயலால் எளிதில் சிதைவதில்லை. எனவேதான் பூமிக்கடியில் நீர்க்காப்புப் பொருளாகவும் (Water Proofing Agents), மண்ணை உறுதி நிலைப் படுத்தும் பொருளாகவும் தாரைப் பயன்படுத்துகிறோம். இயனிலைச் செயல்களைத் தடுப்பதில் இவை நல்ல புகைக்கீல் பொருள்களைவிட ஆற்றல் குறைந்தவையே ஆகும்.

இயற்பியல் தன்மைகளைப் பொறுத்தமட்டில் வெப்ப ஏற்புத்திறனில் (Temperature Susceptibility) இவையிரண்டும் வேறுபடுகின்றன. புகைக்கீல் பொருள்களைக் காட்டிலும், தார் பொருள்கள் வெப்பத்தினால் எளிதில் பாதிக்கப்படுகின்றன. வெப்பக் காலங்களில் மென்மையாகவும், குளிர் காலங்களில் எளிதில் உடையக்கூடிய இயல்பினதாகவும் தார் பொருள்கள் விளங்குகின்றன. எனினும் புகைக்கீல், பொருள்களைவிடத் தார் பொருள்கள் திரளைகளை எளிதில் ஈரப்படுத்துவதுடன் அவற்றின் மேல் மெல்லியதொரு மேற்பூச்சினை உண்டாக்குகிறது. குறிப் பாகத் திரளையின் மேல் தூசு படிந்திருக்கும் போதும், அல்லது ஈரமாக இருக்கும்போதும், புகைக்கீலைக் காட்டிலும் தார் பொருள்கள் மேற்கூறிய இரு வினைகளையும் எளிதில் நிகழ்த்து கின்றன. நிலக்கீல் பொருள்கள் ஆக்ஸிஜனை ஏற்பதாலும் (Oxidation), அவற்றிலுள்ள ஆவியாகும் ஆக்கக் கூறுகள் எளிதில் ஆவியாவதாலும், அவை படிப்படியாக கடின மடைகின்றன. இவ்வாறு கடினமடைவதால் நிலக்கீல் பொருள்கள் இயனிலை செயற்களால் எளிதில் பாதிக்கப்படாமல் நீண்ட நாள்கள் பயன் தருகின்றன. இனி புகைக்கீல், தார் பொருள்களின் உற்பத்தியைப்பற்றியும், அவற்றைத் தூய்மை படுத்துவதைப்பற்றியும், அவற்றின் வகைகளையும், தரத் தினையும் நிர்ணயிக்க நடத்தப்படும் சோதனைகளைப்பற்றியும் காண்போம்.

இயற்கை புகைக்கீல் (Natural Asphalts)

10–43. இது, உலகின் பல பகுதிகளிலும் இயற்கையான படுகைகளில் (Deposis) காணப்படுகின்றன. இவற்றினை

(i) ஏரி புகைக்கீல் (Lake Arphalt) (ii) பாறை புகைக்கீல் (Rock-Asphalt) என அவை கிடைக்கும் இடங்களையொட்டி வழங்குவர்.

ஏரி புகைக்கீல்

10-44. இது ஊற்றுகளாகப் பூமியிலிருந்து வெளிப்பட்டு, ஏரிபோன்ற பள்ளமான பகுதிகளில் திரள்கின்றன. சில படுகைகள் வியாபார ரீதியில் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. பெர்மிடஸ் ஏரி புகைக்கீல் (Bermudez Lake Asphalt), திரைனீடாட் ஏரி புகைக்கீல் (Trinidad Lake Asphalt) ஆகியவை இதற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். பெரும்பாலான ஏரிப் புகைக்கீல் பொருள்கள் ஈரப் பசையுடனுவது அன்றிப் பால்மம் போன்றே (Emulsion) விளங்குகின்றன. திறந்த கொள்கலத்தில் உலர்த்துவதன் மூலம் இவற்றினுள்ள ஈரப் பசையை நீக்கலாம். இவ்வாறு கிடைக்கும் புகைக்கீல் பொருள்கள் குறைவான ஊடுருவும் இயல்பினையுடையன [25°C வெப்ப நிலையில் பெர்மிடஸ் புகைக்கீல் ஊடுருவும் தன்மை 20 - 30 ஆகவும், திரைனீடாட் புகைக்கீல் 1.5-4 ஆகவும் உள்ளன]. பெட்ரோலிய இளக்கி யொன்றினால் (Flux) இவற்றைத் தளம் அமைக்க ஏற்ற வண்ணம் இளக்குகின்றனர். தவிரவும், பெட்ரோலியத்திலிருந்து தயாரிக்கப்படும் பிறவகை புகைக்கீல் பொருள்களுடன் ஏரி புகைக்கீல் பொருளையும் கலந்து கலவை புகைக்கீல் பொருள்களைத் தயாரிக்கின்றனர்.

பாறை புகைக்கீல்

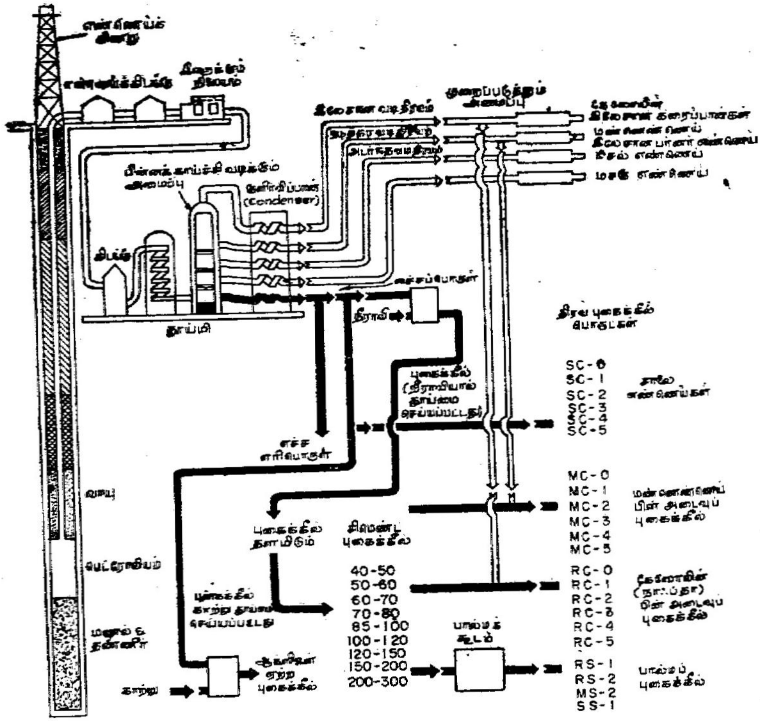
10-45. புகைக்கீல் மிகுந்த சுண்ணாம்புக்கல், மணல்கள் ஆகியவை இத்தாலி, ஃபிரான்சு, ஜெர்மனி, ரஷ்யா, அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள் ஆகிய நாடுகளில் பெருமளவில் உள்ளன. இவ் வகைப் பாறைகளில் மிகக் குறைவான அளவு முதல் 20 சதவீதம் வரை புகைக்கீல் இருக்கக்கூடும். இப் பாறை படுகைகளைக் குடைந்து, வெடி வைத்துத் தகர்த்து எடுத்த பிறகு, அப் பாறைத் துண்டுகளை நொறுக்கி, பொடி செய்து, நன்கு கலந்து, பிறகே சாலைத் தளத்திற்குப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

பெட்ரோலியம் புகைக்கீல் (Petroleum Asphalt)

10-46. உலகெங்கிலுமுள்ள எண்ணெய்க் கிணறுகளிலிருந்து பெறப்படும் பண்படா பெட்ரோலியத்திலிருந்து பெட்ரோலியம் புகைக்கீல் தயாரிக்கப்படுகின்றது. பண்படா எண்ணெயைக் குழாய்கள் மூலமாகவோ அல்லது தொட்டி பொருத்தப்பட்ட கார்களின் மூலமாகவோ (Tank Cars) தூய்மை

படுத்தும் இடங்களுக்குக் கொண்டு செல்கின்றனர். இத் தூய்மிகளில்(Refineries) பண்படா பெட்ரோலியத்தை "தொடர் ஓட்ட தூய்மை முறையால்"(Continuous Flow Refining Process) அதன் வெவ்வேறு கூறுகளாகப் பிரிக்கின்றனர்.

10-47. இப் பிரித்தெடுக்கும் முறையானது 'பின்னர்க் காய்ச்சி வடித்தல்' (Fractional Distillation) எனப்படுகிறது.



படம் 10-1.
நிலக்கீல் தயாரிக்கும் முறையை விளக்கும் படம்

பண்படா எண்ணெயைக் கொதிக்க வைப்பதன் மூலம் நாஃப்தா (Naphtha), கேஸோலின் (Gosolne), மண் எண்ணெய், டீசல் எண்ணெய் போன்றவை வடி திரவமாகக் (Distillates) கிடைக்கின்றன. மிஞ்சிய எண்ணெய் சாலை எண்ணெய் (Road Oil) அல்லது புகைக்கீல் என வழங்கப்படுகிறது. இவ்வாறு மிஞ்சிய எண்ணெய், வடிக்கப்பட்ட நிலைமைக்கும், வடி திரவங்கள் நீக்கப்பட்ட அளவினுக்கும் ஏற்ப பலதரப்படுகின்றது. இவ்வாறு மிஞ்சும் எண்ணெய்களிலிருந்து

காற்று ஊதுதல் (Air-Blown) கரைப்பானுல் வேருக்குதல் (Solvent extraction), கலத்தல் (Blending), சேர்மப்படுத்தல் (Compounping) போன்ற முறைகளால் பல்வகையான புகைக்கீல் பொருள்கள் தயாரிக்கப் படுகின்றன. இவை சாலை அமைப்பதற்கும், அமைப்பிடுவதற்கும் (Sealing), நீர்காப்பிற்கும் சாயங்கள் செய்வதற்கும் பயனபடுகின்றன. எரிபொருள், மசகு எண்ணெய் ஆகியவற்றைத் தயாரிக்கும் முறைகளைப் பற்றி செயல்முறை விளக்கப் படத்தில் காணலாம்.

10-48. தளமிடப் பயன்படும் புகைக்கீல் பொருள்களைக் கீழ் வருமாறு பிரிக்கலாம்:

(1) சாலை எண்ணெய்கள் அல்லது மெல்ல பதனமடையும் திரவப் புகைக்கீல் (Slow-Curing Liquid Asphalt) [SC]

(2) பின்னடைவு புகைக்கீல் (Cut-back Asphalt)

(a) நடுத்தரமாக பதனமடையும் திரவப் புகைக்கீல் (Medium-Curing Liquid Asphalt) [MC]

(b) விரைந்து பதனமடையும் திரவப் புகைக்கீல் (Rapid Curing Liguid Asphalt [RC]

(3) புகைக்கீல் சிமெண்டுகள் (Asphalt Cements) [AC]

(4) பால்மப் புகைக்கீல் (Emulsified Asphalt)

(5) பொடி புகைக்கீல் (Powdered Asphalt)

சாலை எண்ணெய்கள்

10-49. சாலை எண்ணெய்கள் என வழங்கப்படும் மெல்லப் பதனமடையும் பொருள்களை, பெட்ரோலியத்தை வடித்து அதிலுள்ள எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்களையும், பிற இலேசான பொருள்களையும் பெருமளவு நீக்கியபின் அடையலாம். பிணைக்கும் ஆற்றல் குறைந்த திரவ வடிவ எண்ணெயிலிருந்து பிணைக்கும் ஆற்றல் மிக்க இறுகிய பாகு நிலைப் பொருள்வரை (Viscous), அவற்றின் நெடுக்கம் (Range) உள்ளது. சாலை எண்ணெய்கள் மெல்ல இறுகும் தன்மை யுடையவை. துவக்கத்திலிருந்து பதனப்படுத்தும் பணி முடியும் வரையிலும் ஒரே இணக்கம் தேவைப்படும் இடங்களில் இவை பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இவை SC என்னும் எழுத்துகளால் குறிக்கப்படுகின்றன. இவை இலேசான திரவத்திலிருந்து (SC-0) அரை திடப்பொருள் வரையிலுமாக (SC-5) பலவித இணக்கநிலைகளில் உள்ளன. SC என்ற

எழுத்துகளுடன் வரும் எண்ணின் மதிப்பு உயர உயர அதில் அடங்கியுள்ள புகைக்கீல் அளவு அதிகமாகிறதென்றும், அதே சமயம் இளக்கும் எண்ணெயின் அளவு குறைகிறதென்றும் கொள்ளவேண்டும். இவற்றைப் பயன்படுத்தும்போது 50°F முதல் 375°F வரையிலுமான வெப்பநிலை நெடுக்கம் வேண்டும்.

பின்னடைவு புகைக்கீல் (Cut–Back Asphalt)

10–50. பெட்ரோலியத்தைக் காய்ச்சி வடிப்பதன்மூலம் அதிலுள்ள ஹைட்ரோகார்பன் பொருள்களைத் தனித்தனியே பெறுவதுடன், இறுதியில் எஞ்சும் எண்ணெயாகப் புகைக்கீல் பொருளையும் பெற முடிகிறது எனக் கண்டோம். இவ்வாறு எஞ்சும் எண்ணெயைக் குறிப்பிட்டதோர் இணக்க நிலைக்கு வடித்து, மேற்கொண்டு மற்ற வேதியியற் பொருள்களால் அவ் வடிதிரவத்தைப் பலப்படுத்தாமலிருந்தால், அது நேரடைவுப் புகைக்கீல் (Straight run Asphalt) எனப்படுகிறது. சில சமயங்களில், காய்ச்சி வடித்தல் முடியும் தறுவாயில் வடிதிரவத்தின் ஒரு பகுதியை (Distillates) எஞ்சி நிற்கும் எண்ணெயுடன் கலக்கின்றனர். இதனைப் 'பின்னடைவு' என்கிறோம் (Cut-Back). இவ்வாறு பின்னடைவு செய்வதால் எஞ்சியுள்ள எண்ணெயின் இயல்புகளைச் சற்று மேம்பாடு அடையச் செய்யலாம். இவ்வாறு முதலில் பிரித்த வடிதிரவத்துடன் இறுதியில் கிடைக்கும் எச்ச எண்ணெயைக் கலபபதால் கிடைக்கும் பொருளைப் 'பின்னடைவு புகைக்கீல்' என்கிறோம். இப் பின்னடைவுப் புகைக்கீல் நேராகக் கிடைக்கும் 'நேரடைவுப் புகைக்கீலை'விட பயன்மிக்கதாகும். குறைந்த வெப்பத்தில், குளிர்ந்த திரளையுடன் பின்னடைவுப் புகைக்கீலைக் கலந்து பயன்படுத்தலாம்.

பின்னடைவுப் புகைக்கீல்—நடுத்தரமாகப் பதனமடையும் வகை

10–51. மண் எண்ணெய் போன்ற செறிவுமிக்க எண்ணெயுடனுவது டீசல் எண்ணெய்போன்ற இலேசான எண்ணெயுடனுவது புகைக்கீல் பொருளைக் கலப்பதால் நடுத்தரமாகப் பதனமடையும் புகைக்கீல் வகைப் பொருள்கள் கிடைக்கின்றன. இவ்வகை எண்ணெய்களைச் சேர்ப்பதால் புகைக்கீல் பொருள்களின் பாய்மத்தன்மை அதிகரிக்கிறது. வெப்பம், காற்று ஆகியவற்றில் இவை திறந்து கிடக்கும்போது, இவற்றிலுள்ள எண்ணெய்ப் பொருள்கள் மெல்ல ஆவியாகின்றன. எனவே, இவ்வகை எண்ணெய்களைக் கலப்பதால் குறைந்த வெப்பநிலையில் புகைக்கீலைப் பயன்படுத்த இயலுகிறது. தவிரவும் நன்கு ஈரப்படுத்தும் திறனையும், நன்கு தரநிலை

செய்யப்பட்ட திரளை, தூசு படிந்த திரளை ஆகியவற்றின்மேல் மெல்லிய மேற்பூச்சினை எளிதில் ஏற்படுத்தும் ஆற்றலையும் எண்ணெய் கலப்பதன் மூலம் அதிகரிக்கச் செய்யலாம். நடுத்தர மாகப் பதனமடையும் புகைக்கீல் பொருள்கள் MC என்னும் எழுத்துகளால் குறிக்கப்படுகின்றன. இலேசான திரவ நிலையிலிருந்து [MC-0] அரைதிட நிலைவரை [MC-5]யிலுமான பல இணக்கநிலையில் இவை உள்ளன. இவை 50°F—275°F வெப்பநிலை நெடுக்கத்தில் செயல்படத்தக்கவை.

பின்னடைவு புகைக்கீல் – விரைந்து பதனமடையும் வகை

10-52. நாஃப்தா அல்லது கேஸோலின் போன்ற இலேசான வகை எண்ணெய்களுடன் புகைக்கீல் பொருள் களைக் கலப்பதால் விரைந்து பதனமடையும் வகை கிடைக் கின்றன. நாஃப்தா, கேஸோலின் ஆகியவை மண் எண்ணெய், டீசல் எண்ணெய் ஆகியவற்றினைக் காட்டிலும் விரைந்து ஆவியாவதால் இவை கலந்துள்ள புகைக்கீல் விரைந்து பதனமடையும் வகை என வழங்கப்படுகிறது. சாதாரண மாகக் குறைந்த ஊடுருவும் தன்மையுள்ள புகைக்கீல் பொருள் களுடன் நாஃப்தா, கேஸோலின் ஆகிய எண்ணெய்களைக் கலந்து விரைந்து பதனமடையும் வகை தயாரிக்கப்படுகின்றன.

10-53. விரைந்து பதனமடையும் புகைக்கீல் பொருள்களை RC என்னும் எழுத்துகளால் குறிக்கின்றனர். இவற்றின் இணக்கநிலை நெடுக்கம் RC—0 விலிருந்து RC–5 வரையாகும். இவ்வகையிலும் எண்மதிப்பு அதிகமாக இருப்பின் புகைக்கீல் பொருளின் அளவும் அதிகமாக இருக்கும். திரவ நிலையிலிருந்து விரைவாக முதலில் இருந்த நிலைமைக்கு புகைக்கீல் மாறுதல் அடைய வேண்டிய இடங்களில் இவை பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

புகைக்கீல் சிமெண்டுகள்

10-54. புகைக்கீல் சிமெண்டு ஒரு செறிவுள்ள பிணைப் பானாகும் (Heavy Binder). பெட்ரோலியத்திலிருந்து மசகு எண்ணெய்களையும், எரிபொருள் எண்ணெய்களையும் நீக்கிய பின்னர் எஞ்சி நிற்பது புகைக்கீல் சிமெண்ட் ஆகும். இவற்றினை ஊடுருவும் நெடுக்கத்தின் அடிப்படையிலாவது அல்லது கடினத் தன்மையின் அடிப்படையிலாவது குறிப்பிடுதல் வழக்கம். புகைக்கீல் சிமெண்டுகளை உருவாக்கும்போது, எஞ்சி நிற்க அனுமதிக்கப்படும் இளக்கும் எண்ணெயின் அளவினைப் பொறுத்து அவற்றின் ஊடுருவும் இயல்பும் அமைகிறது. வெப்ப

நிலையை அதிகம் உயர்த்தாமல், எளிதில் ஆவியாகாத பொருள்களை (Heavier Volatiles) நீக்கித் தூய்மைப்படுத்துவதற்கு நீராவி பயன்படுகின்றது. மிக உயர்ந்த வெப்பநிலை ஊடுருவும் இயல்பைக் குறைக்கிறது; ஓசிவைக் குறைக்கிறது (Ductility); விரிசல்களைத் தோற்றுவிக்கிறது; ஒருபடித்தான தன்மை குறைந்த புகைக்கீல் [Lesser Homogenity] உருவாக்குகிறது. தளமிடுவதற்குப் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படும் மென்மையான புகைக்கீலின் ஊடுருவும் ஆற்றல் 200–300 ஆகவும், பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படும் கடினம் வாய்ந்த புகைக்கீலின் ஊடுருவும் ஆற்றல் 30–40 ஆகவும் உள்ளன. புகைக்கீல் சிமெண்ட் வகையாவும் அதிக பாகுநிலையுள்ளவையாதலால், திரளையையும், பிணைப்பான்களையும் ஒன்ருகக் கலப்பதற்கு முன்னர்ச் சூடுபடுத்தவேண்டுவது அவசியமாகிறது. இவற்றினைப் பயன்படுத்தத்தக்க வெப்பநிலை நெடுக்கம் 22°F முதல் 350°F வரையாகும்.

பால்ம புகைக்கீல்

10–55. சாதாரணமாக ஒன்று கலக்காத இரு திரவங்களின் கலவையே 'பால்மம்' (Emulsion) எனப்படுகிறது. இங்கு புகைக்கீல் சிமெண்டு, தண்ணீர் ஆகிய இரண்டின் கலவையையே 'பால்ம புகைக்கீல்' என்கிருேம். ரெசின் (Resin), சோப்பு (Soap) போன்ற பால்மம் விளைவிக்கும் பொருள்களின் துணைகொண்டு புகைக்கீல் சிமெண்ட், தண்ணீர் ஆகிய இரண்டும் கலக்கப்படுகிறது. பால்மம் விளைவிக்கும் பொருள் உள்ளபோது, சிறுசிறு புகைக்கீல் உருண்டையான துகள்கள் தண்ணீரில் நன்கு சிதறி (Disperse) பரவுகின்றன. இயல்பான வெப்பநிலைகளில் புகைக்கீலைப் பயன்படுத்தத் தக்கவண்ணம் பால்மம் மாற்றியமைக்கிறது. பால்மப் புகைக்கீலைச் சாலை அமைக்கப் பயன்படுத்திய பின்னர் அதிலுள்ள நீர் தனியே பிரிந்து விடுகிறது. இதனைப் 'பால்ம முறிவு' (Breaking of Emulsion) என்கிருேம். இவ்வாறு நீர் தனியே பிரிந்த பிறகு, புகைக்கீல் பிணைக்கும் பொருளாகச் சாலையிலேயே தங்கிவிடுகிறது. ஈரமான திரளையில் பால்ம புகைக்கீல் நன்கு ஊடுருவிச் சென்று துகள்களின் மேற்புறத்தில் நெருக்கமான பிணைப்பினை ஏற்படுத்த இயலுவதால், ஈரமான திரளைக்கு இவை மிகவும் ஏற்றவையாகும்.

10-56. 'அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டிலுள்ள புகைக்கீல் நிறுவனம்' (The Asphalt Institute-U.S.A.) பால்ம புகைக்கீலை விரைவாக இறுகும் வகை - (Rapid Setting) RS, நடுத்தரமாக

இறுகும் வகை - (Medium Setting)MS, மெல்ல இறுகும் வகை-(Slow Setting) SS என மூவகைப்படுத்தியுள்ளனர். இவற்றில் முறையே விரைவாகவும், நடுத்தரமாகவும், மெல்லமாகவும் பால்ம முறிவு நிகழ்கிறது. இவற்றின் எடையில் 55-லிருந்து 65சதம் புகைக்கீல் அடங்கியுள்ளது. பால்ம புகைக்கீல் தயாரிக்க ஊடுருவும் தன்மை 150-200 உள்ள புகைக்கீல் சிமெண்டையே பயன்படுத்துகின்றனர். இவை மிகுதியான அழுத்தம், சூடு அல்லது குளிர்ச்சி போன்றவற்ருல் முறிந்து விடுமாதலால், இவற்றை விழிப்புடன் மேற்கொள்ளவேண்டுவது இன்றியமை யாததாகும்.

பொடியாக்கப்பட்ட புகைக்கீல்

10-57. ஊடுருவும் தன்மை 10 அல்லது அதற்குக் குறை வாயுள்ள கடினமான புகைக்கீல் என்று பெயர். இவற்றைச் சல்லடை எண்—ASTM 10-ல் 100 சதவீதமும், ASTM 100-ல் குறைந்தது 50 சதமும் கடந்துசெல்லும் வண்ணம் பொடி செய்யவேண்டும். குறைந்த செலவுக் சாலைகளை அமைக்கப் பொடியாக்கப்பட்ட புகைக்கீல் SC-2, SC-3, அல்லது SC-4 போன்ற இளக்கும் ஊடகத்துடன் கலந்து (Medium) குளிர்ந்த நிலையிலேயே பயன்படுத்தலாம்.

சாலை தார்கள் (Road Tar)

10-58. நிலக்கரி, மரம் ஆகியவற்றைக் காய்ச்சி வடிப்பதன் மூலம் தார் கிடைக்கின்றது. சாலைகளில் நிலக்கரி தார் (Coal-Tar), நீர்-வாயு தார் (Water-gas Tar) ஆகிய இரு முக்கியமான பொருள்களையே தளம் அமைக்கப் பெருமளவில் பயன்படுத்து கின்றனர். நிலக்கீல் நிரம்பிய நிலக்கரியிலிருந்து (Bituminous Coal) வாயு வாலைகளின் (Gas-House Retorts) ஒளிர்விக்கும் வாயுக்களை (Illuminantig Gas) பெறும் முறையில் உடன்விளைவுப் பொருளாக நிலக்கரி தார் கிடைக்கின்றது. இதே போன்று கல்கரி (Coke) தயாரிக்கும் போதும், உடன் விளைவுப் பொருளாக இது கிடைக்கின்றது. மிக உயர்ந்த வெப்ப நிலையில், எண்ணெய் ஆவிகளிலிருந்து நீர் வாயுவைப் பிரிக்கும் போது உடன் விளைவுப் பொருளாக நீர்-வாயு தார் கிடைக் கின்றது. மரத்தார் (Wood Tar), புல்கரித் தார் (Peat Tar) போன்றவை தளமிடத் தகுதியற்றவை எனக் கருதப்படுகிறது. பலவகையான பணிகளுக்கேற்ப இலேசான திரவ வடிவத்தி லிருந்து அரைதிடப் பொருள் வடிவம் வரை வெவ்வேருன வகைகளில் இவை கிடைக்கின்றன. மேலும், பின்னடைவு

அட்டவணை 10-2. பல்வகை நிலக்கீல் பொருள்கள் பயன்படுத்தவேண்டிய வெப்பநிலைகள்

	பொருள்		வெப்பநிலை		
பிரிவு	பெயர் (Designation)	விவரம்	சராசரி நிலைமைகளில் இருக்க வேண்டிய அளவு	மிகக் குறைந்த அளவு	மிக அதிகமான அளவு
M-5·1	60-70, 70-80, 85-100	புகைக்கீல் சிமெண்ட்	250-325	225	350
M-5·1	150-200, 200-300	புகைக்கீல் சிமெண்ட்	250-275	225	325
M-5·2*	முதல்மம் - A (Primer - A)	நீர்காப்புப் புகைக்கீல் முதல்மம்	50-80	40	100
M-5·2*	RC-0, RC-1	விரைந்து பதனமடையும் திரவ புகைக்கீல்	75-125	50	150
M-5·2*	RC-2, RC-3	,,	100-150	75	175
M-5·2*	RC-4, RC-5	,,	175-225	150	250
M-5·3*	MC-0, MC-1	நடுத்தரமாகப் பதனம் அடையும் திரவ புகைக்கீல்	75-125	50	175

M-5·3*	MC-2, MC-3	,,	150-200	125	225
M-5·3*	MC- , MC-5	,,	200-250	175	275
M-5·4*	SC-0, SC-1	மெல்லப் பதனமடையும் திரவ புகைக்கீல்	75-125	50	175
M-5·4*	SC-2, SC-3	,,	175-225	150	250
M-5·4	SC-4, SC-5 SC-6	,,	225-325	200	375
M-5·5	RS, MS, SS, WPE	பால்ம புகைக்கீல்	60-120	50	150
M-5·6	F-1	செங்கல் நிரப்பி (Brick Filler)	400-475	375	500
M-5·6	F-2	,,	475-500	450	525
M-5·6	WPA	நீர்காப்பு புகைக்கீல்	300-350	275	375
M-5·6	PWD-A.	பொடியாக்கப்பட்ட புகைக்கீல்	300-350	275	:75
M-5·7	முதல்மம் T	தார்காப்பு முதல்மம்	50-80	40	100
M-5·7	RT-1, RT-2, RT-3	இலேசான தார்	80-120	60	140

	பொருள்		வெப்பநிலை		
பிரிவு	பெயர் (Designation)	விவரம்	சராசரி நிலைமைகளில் இருக்க வேண்டிய அளவு	மிகக் குறைந்த அளவு	மிக அதிகமான அளவு
M-5·7	RT-4, RT-5, RT-6	நடுத்தர தார்	125-150	100	200
M-5·7	RT-7, ET-8, RT-9	செறிவுள்ள தார்	185-225	175	250
M-5·7	RT-10, RT-11, RT-12	அதிகக் கரிமதார் (High Carbon Tar)	185-225	175	250
M-5·7*	RTCB-5, RTCB-6	பின்னடைவு தார் (Tar Cut-Back)	80-220	60	120
M-5·8	WPP	நீர்காப்பு பிட்ச் (Water Proofing Pitch)	250-350	200	375

* இவற்றில் எளிதில் தீ பிடிக்கும் ஆவிக்கூறுகள் இருப்பதால், அவற்றைச் சூடுபடுத்தும்போதும், எடுத்தாளும் போதும் மிகவும் விழிப்புடன் இருக்கவேண்டும்.

தார் வகைகளும் வழக்கிலுள்ளன. ASTM, AASHO ஆகிய நிறுவனத்தினர் தார் பொருள்களை RT-1 முதல் RT-12 ஈருக பன்னிரண்டும், RTCB-5, RTCB-6 என இரண்டும் ஆக 14 வகையாகப் பிரித்துள்ளனர். இவற்றுள் RT-1 வகை மிகக் குறைந்த பாகு நிலையினையும், RT-12 மிக அதிகமான பாகு நிலையினையும் பெற்றுள்ளன, RTCB-5, RTCB-6 ஆகிய இரண்டும் பின்னடைவு தார் வகையினைச் சேர்ந்தவையாகும். இவற்றில் விரைந்து ஆவியாகும் கரைப்பான்கள் உள்ளன. குறைந்த வெப்பநிலையில் பயன்படுத்துவதற்கும், விரைந்து இறுகுவதற்கும் பின்னடைவு தார் வகையே சிறந்தவையாகும். சாலை தார்களைப் பயன்படுத்தவேண்டிய வெப்ப நிலைகளும், அவற்றின் பயன்களும் அட்டவணை 10-3-ல் காணலாம்.

நிலக்கீல் பொருள்களுக்கான தகுதிச் சோதனைகள்

10-59. உற்பத்தியாளர்களிடமிருந்து பெறப்படும் பொருள்கள் படித்தரங்களில் கூறப்பட்டுள்ள வகுத்துறைகளினின்றும் வழுவாது உள்ளனவா என அறிய நிலக்கீல் பொருள்களைச் சோதனை செய்யவேண்டும். படித்தரங்களின் படி நிலக்கீல் பொருள்கள் இருப்பின், அவை நீண்ட நாள் உழைக்கும். முக்கியமான சில சோதனைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன:

(1) இணக்கநிலை சோதனைகள்:

(a) ஃப்யூரல் பாகுநிலை சோதனைகள் (Furol Viscosity Tests)

(b) எங்லர் பாகுநிலை சோதனைகள் (Engler's Viscosity Tests)

(c) மிதவைச் சோதனை (Float Test)

(d) ஊடுருவு நிலைச் சோதனை (Penetration Test)

(e) மென்மை வரம்பு சோதனை (Softening Point Test)

இச் சோதனைகள் திரவப் பொருள், அரை திரவ நிலையிலுள்ள பொருள், சற்று திடநிலை அதிகமான பொருள் (முதலிரண்டு பொருள்களையும் நோக்க) ஆகியவற்றின் மீது நடத்தப் பெறுகின்றன.

(2) ஒசிவு சோதனைகள் (Tests for Ductility)

(3) கரை திறன் சோதனைகள் (Tests for Solubility)

(4) காய்ச்சி வடிக்கும் சோதனைகள் (Tests for Distillation)

அட்டவணை 10-3.
சாலை தார்களைப் பயன்படுத்தத்தக்க வெப்பநிலைகள்; சாலை தார்களின் பயன்கள் (ASTM)

சாலை தார் வகை	RT-1	RT-2	RT-3	RT-4	RT-5	RT-6	RT-7	RT-8	RT-9	RT-10	RT-11	RT-12	RTCB-5 RTCB-6
பயன் படுத்தத் தக்க வெப்ப நிலை°F	60°–125°		80°-150°		80°–150°		150°–225°			175°–250°			60°-120°
பயன்	முதல் பூச்சுக்கும், இலேசாக மேற்பரப்பைப் பதப்படுத்துவதற்கும்				மேற்பரப்பைப் பதப்படுத்து வதற்கும், சாலை கலவைக்கும்		மேற் பரப்பைப் பதப்படுத்தவும். அடைப்பிடும் பூச்சு ஆகவும் சாலைகலவைக்கும்			மேற் பரப்பைப் பதப்படுத்தவும். ஊடுருவுவதற்கும், விரிசல் நிரப்பியாகவும், அடைப்பிடும் பூச்சு ஆகவும்.			ஒட்டிணைப் பிற்கும், மேற் பரப்பைப் பதப்படுத்தவும், சாலை கலவைக்கும் குறைந்த வெப்ப நிலையில் விரைந்து இறுகும் ஆற்றல் தேவைப் படும் பொழுது

(5) ஒருபடித்தான தன்மை சோதனைகள் (Tests for Homogeneity)

இவற்றைப் பற்றி சுருக்கமாகக் காண்போம்.

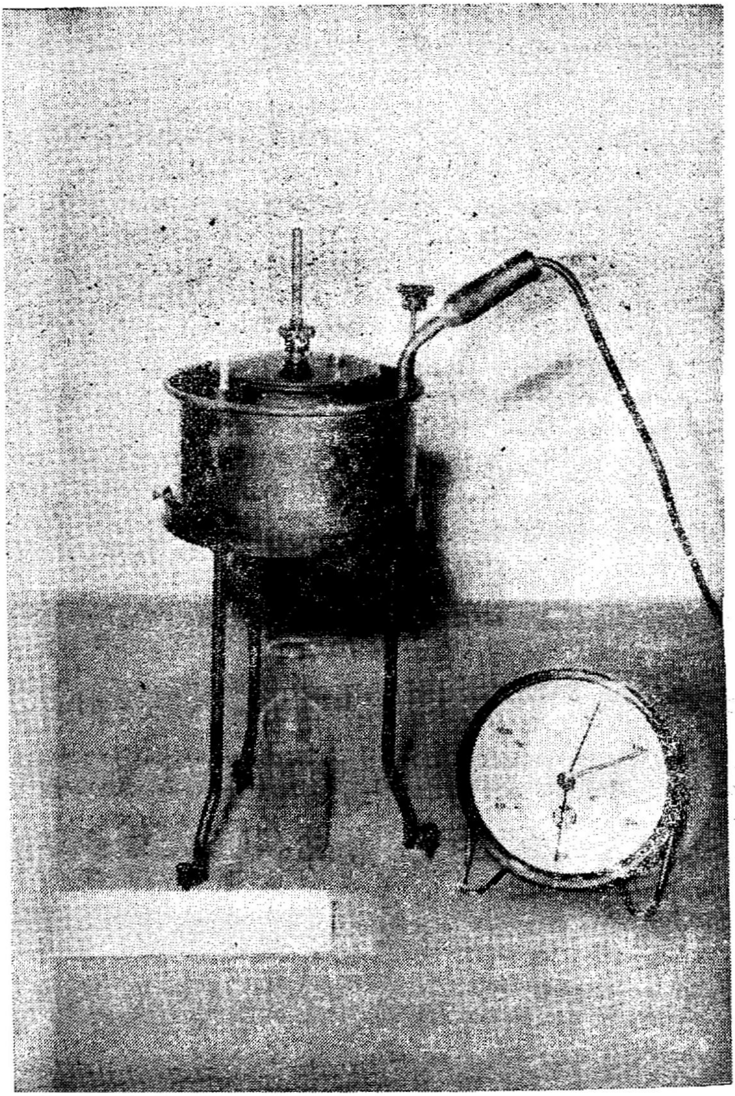
10–60. ஃப்யூரல் பாகுநிலைச் சோதனைகள்: SC, MC, RC நெடுக்கத்திலுள்ள திரவ பெட்ரோலிய புகைக்கீல் பொருள்கள், பால்ம புகைக்கீல் பொருள்கள் ஆகியவற்றின் இணக்க நிலையினை அறிவதற்கு ஃப்யூரல் பாகுநிலை சோதனைகள் பயன்படுகின்றன. 'சேபோல்ட்.ஃப்யூரல் பாகுநிலை மானி' (The Saybolt Furol Viscometer) இதற்கெனப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

சேபோல்ட்ஃப்யூரல் பாகுநிலைமானியில் 1·2″ விட்டமும், 5″ உயரமுமுள்ள உருளைவடிவ கின்ணமொன்று எண்ணெயினுல் சூழப்பட்டிருக்கும். இக் கிண்ணத்தின் அடிப்பகுதியில் 0·12″ விட்டமும் ½″ நீளமுள்ள விடுவாய் குழாயொன்று (Outlet Pipe) பொருத்தப்பட்டிருக்கும். குறிப்பிட்டதொரு வெப்பநிலையில் கிண்ணத்தைச் சூழ்ந்துள்ள எண்ணெயை ஆவிபடுத்துவதன் மூலம் அடைய இயலுகிறது. விடுவாய்க் குழாயிலுள்ள நுண்புழை மூலம் 60க.செமீ நிலக்கீல் பொருள் செல்ல எடுத்துக் கொள்ளும் நேரத்தை விஞடியில் (Seconds) குறிப்பிட்டால் அதுவே அப் பொருளின் பாகுநிலையாகும்.

எங்லர் ஒப்புப் பாகுநிலைச் சோதனை (Engler's Specific Viscosity Test)

10–61. திரவ நிலையிலுள்ள தார் பொருள்களான RT-1— RT-6, RTCB 5, RTCB 6 ஆகியவற்றின் பாகுநிலை இணக்கத்தை இச் சோதனை மூலம் அறியலாம். இச்சோதனை மானியில் உருளை வடிவமான கிண்ணம் ஒன்றுண்டு. சுமார் 0·11 அங். விட்டமும் 0·8 அங்.நீளமுமுள்ள விடுவாய் குழாய் ஒன்று இதில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இக் கிண்ணத்தை நீர் நிறைந்த பித்தளை உறையொன்றினுள் (Jacket) வைக்கவேண்டும். நீர் நிறைந்த பித்தளை உறையினைச் சூடுபடுத்துவதன் மூலம் வேண்டிய வெப்ப நிலையைப் பெற இயலுகிறது,

10–62. முதலில் இப் பாகு நிலைமானியிலுள்ள விடுவாய் வழியே 50 க.செமீ தூயநீரை 25°C (77°F) வெப்பநிலையில் செலுத்தி அது அப் புழையைக் கடக்க எடுத்துக் கொள்ளும் நேரத்தை அறிகின்றனர். பின்பு நிலக்கீலைக் குறிப்பிட்ட தொரு வெப்பநிலையில் பாகுநிலைமானியில் வைத்து 50 க.செமீ நிலக்கீல் புழையைக் கடக்க எடுத்துக் கொள்ளும் நேரத்தை அறிகின்றனர். ஏதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில்



புகைப் படம் 6.
எங்லர் ஒப்புப் பாகுநிலைமானி. (நன்றி)

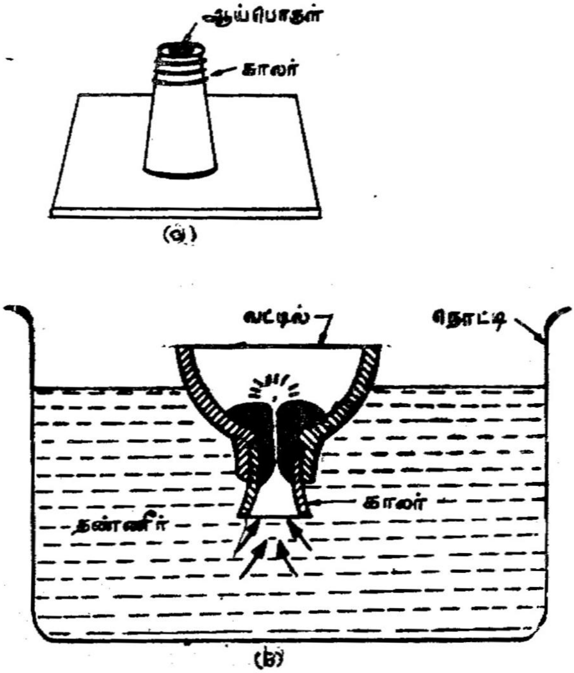
நிலக்கீல் பொருள் புழையைக் கடக்க எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்திற்கும் 25°C (77°F) வெப்பநிலையில் அதே புழையைக் கடக்கத் தண்ணீர் எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்திற்குமுள்ள விகிதமே

ஒப்புப்பாகுநிலை (Specific Viscosity) எனப்படுகிறது. ஒரே வெப்ப நிலையில் எங்லர் ஒப்புப் பாகுநிலை ஃப்யூரல் பாகுநிலையில் கால்பங்கு என நடைமுறையில் கொள்வது வழக்கமாகும்.

மிதவைச் சோதனை

10-63. செறிவுமிக்க RT–7 — RT–12 தார் வகைகளின் இணக்க நிலையினை மிதவைச் சோதனையினால் அறியலாம்.

மெல்லப்பதனமடையும் (SC) புகைக்கீல் எண்ணெய்களை வடிப்பதன் மூலம் கிடைக்கப்பெறும் எச்சங்களையும் இம் முறையால் சோதிக்கலாம். மிதவைச் சோதனைக்கான ஆய்கருவியில்



படம் 10-2.
மிதவைச் சோதனை ஆய்கருவி

மேல்புறத்தில் உள்விட்டம் 0·4″-ம், கீழ்புறத்தில் உள்விட்டம் 0·5″-ம், நீளம் 0 9″-ம் உள்ள உள்ளீடற்ற பித்தளைக் காலர் (Collar) ஒன்றுள்ளது. இதற்குள் இதே அளவுள்ள ஆய்பொருளை

வைக்கலாம். இப் பித்தளைக் காலரைத் தண்ணீரில் மிதக்கக் கூடிய அலுமினிய வட்டில் (Dish) ஒன்றியோடு பொருத்தலாம்.

10-64. ஆய்பொருளைப் பித்தளைக் காலரின் உள்ளிட்டு அதனை அலுமினிய வட்டிலுடன் பொருத்தவேண்டும். இதனை 5°C (41°F) வெப்பநிலையிலுள்ள குளிர் நீரில் 16 நிமிடங்கள் மிதக்க விடுக்கின்றனர். பின்னர் இதனைக் குறிப்பிட்டதொரு வெப்பநிலையிலுள்ள நீரில் மிதக்க விடுகின்றனர். இச் சுடு நீரின் வெப்பம் நிலக்கீல் பொருளை மென்மைபடுத்துகின்றது. இதனால் நிலக்கீல் பொருள் அலுமினிய வட்டிலினுள் நுழைகின்றது. அலுமியனிய வட்டிலினுள் நுழைய ஆகும் நேரத்தை வினாடியில் கூறினால், அதுவே அந் நிலக்கீல் பொருளின் இணக்க நிலையைக் குறிக்கின்றது.

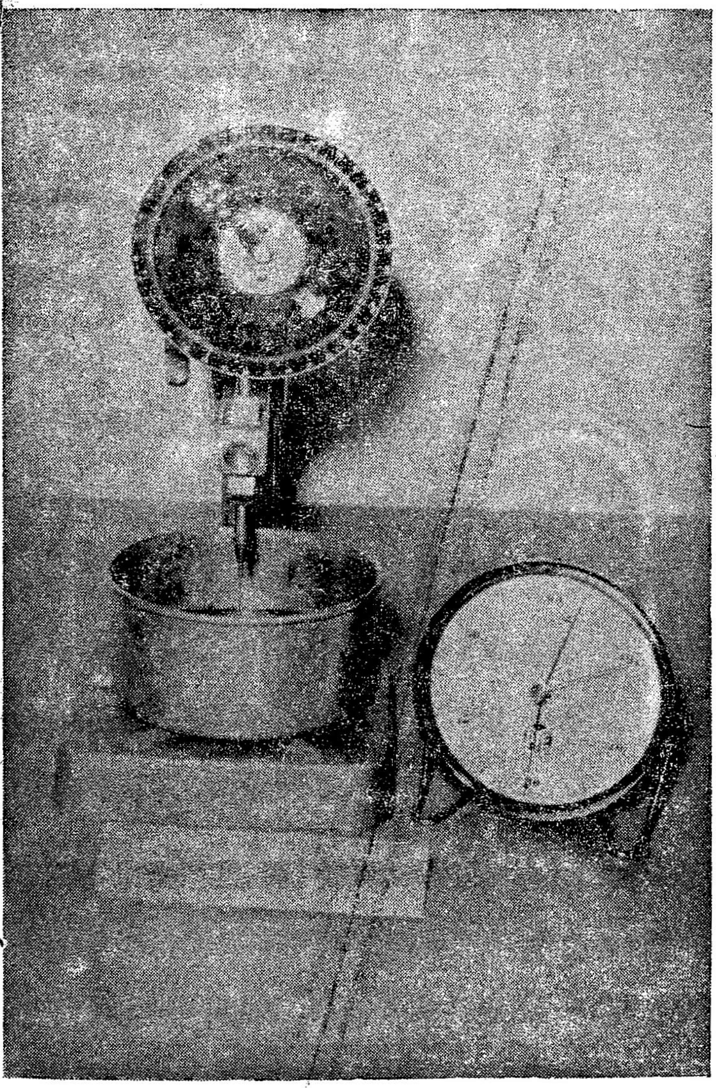
ஊடுருவு நிலைச் சோதனை

10-65. விரைந்து பதனமைடையும் புகைக்கீல் எண்ணெய், நடுத்தரமாகப் பதனமடையும் புகைக்கீல் எண்ணெய் போன்றவற்றைக் காய்ச்சி வடிக்கும்போது எஞ்சிநிற்கும் புகைக்கீல் சிமெண்ட் பொருள்களுக்கும், பால்ம வகைப் புகைக்கீல் பொருள்களுக்கும் ஊடுருவு நிலைச் சோதனை பயன்படுகின்றது. எடையிடுதல், வெப்பநிலை சோதனை செய்யப்படும் நேரம் ஆகியவை கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நிலைமைகளில், ஊசியொன்று நிலக்கீல் பொருளை ஊடுருவும் வண்ணம் செலுத்தப்படுகிறது. அதன் ஊடுருவுதலை $\frac{1}{100}$ செமீ துல்லியமாக அளக்கவல்ல 'டயல்' (Dial) மூலம் அறியலாம்.

10-66. ஊடுருவும் கருவியிலுள்ள ஊசியின் விட்டம் 1·00 மிமீ லிருந்து 1·02 மிமீ வரையிலுமிருக்கும். அதன் முனையில் நுனியிலாக் கூம்பு (Truncated Cone) ஒன்று இருக்கும். அதன் சிறிய அடிப்பகுதியின் விட்டம் 0·14 மிமீ முதல் 0·16 மிமீ வரை ஆகும். இவ் ஊசி கடினப்படுத்தப்பட்டு, குறைபாடுகள் ஏதுமின்றி மெருகுடன் விளங்கும். சிறிய கிண்ணம் ஒன்றில் ஆய்பொருளை எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும். அதன் வெப்பநிலை 25°C (77°F) ஆக இருக்கும்போது 100 கிராம் எடையின் கீழ் 5 வினாடிகளில் ஊசி ஊடுருவும் அளவின் அடிப்படையில் ஊடுருவும் தன்மை அளக்கப்படுகிறது. நிலக்கீல் பொருள் மென்மையாக இருந்தால், ஊசி ஊடுருவும் அளவும் அதிகமாக இருக்கும்.

மென்மை வரம்பு சோதனை

10-67. ஏரி புகைக்கீல், தாரைக் காய்ச்சி வடித்த பின்னர் கிடைக்கும் எச்சங்கள் ஆகியவற்றின் இணக்க நிலையை அறிய



புகைப்படம்-7.

ஊடுருவு நிலை மானி (நன்றி)

இச் சோதனை பயன்படுகின்றது. சோதனை ஆய்பொருளை $\frac{5}{8}$ அங். விட்டமும் $\frac{1}{4}$ அங். தடிப்புமுள்ள பித்தளை வளையத்திற்குள் இட்டு, தக்க உருக்கொடுத்து (Moulded) அப் பித்தளை வளையத்தை

மேடையொன்றிலிருந்து, 5°C (41°F) வெப்ப நிலையிலுள்ள நீருள்ள முகவையினுள் (Beaker) தொங்கவிடவேண்டும். அவ்வாறு தொங்கவிடும்போது, அது முகவையின் அடிப்பகுதியின் உள்பரப்பிலிருந்து 1 அங். இடைவெளியில் இருக்குமாறு சரிசெய்ய வேண்டும். இம் முகவையினுள் ⅜ அங். விட்டமுள்ள எஃகுக் குண்டொன்றினை வைக்கவேண்டும். பின்னர் முகவையிலுள்ள நீர் அதே வெப்ப நிலையில் [5°C] 15 நிமிட நேரத்திற்கு இருக்குமாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். பிறகு அந்த எஃகுக் குண்டை வளையத்தினுள் உள்ள சோதனை மாதிரிப் பொருளின் மையத்தில்வைத்து, நிமிடத்திற்கு 9°F வீதம் நீரைச்சூடுபடுத்த வேண்டும். எந்த ஒரு வெப்பநிலையில், எஃகுக் குண்டு மாதிரிப் பொருளை ஊடுருவிக் கடந்து முகவையின் அடிப்பகுதியினை அடைகின்றதோ, அவ் வெப்பநிலையே அப் பொருளின் மென்மை வரம்பு (Softening Point) ஆகும்.

ஒசிவு சோதனை

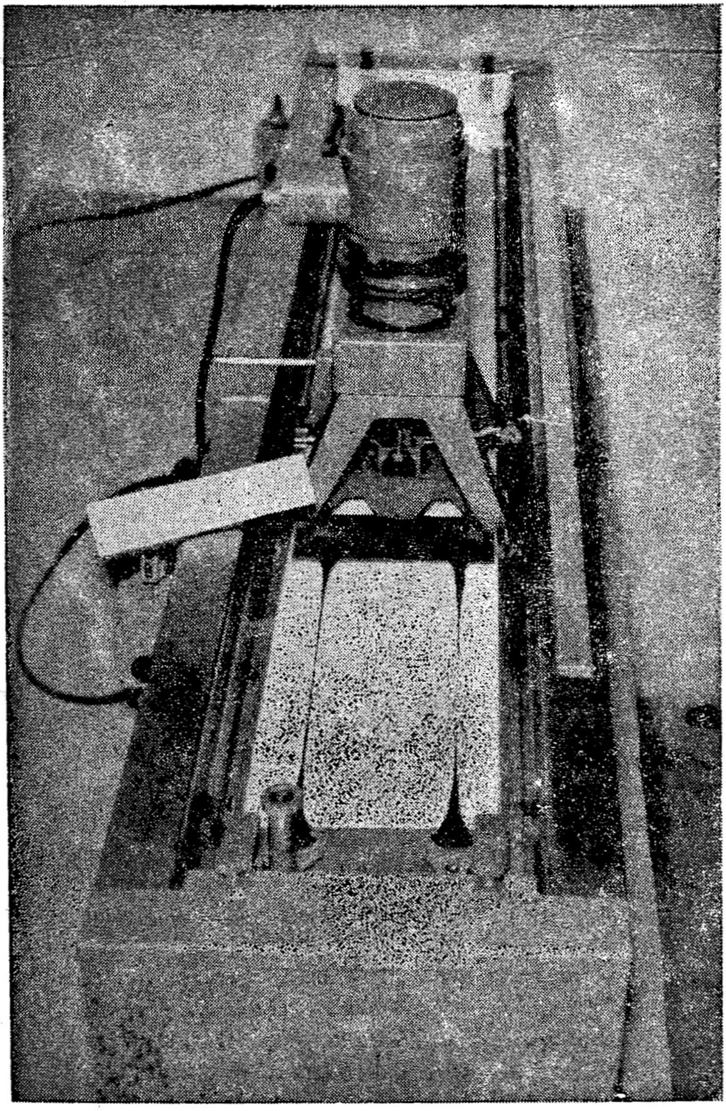
10–68. பொருளொன்றினை நீட்சிக் குட்படுத்தும்போது உடைவதற்கு முன்னால் அதன் நீளும் தன்மையினையே 'ஒசிவு' (Ductility) என்கிறோம். சாலைக்குப் பயன்படும் எல்லா நிலக்கீல் பொருள்களுக்கும் குறிப்பிட்ட அளவிற்கு ஒசிவு இருத்தல் அவசியமாகிறது. அப்பொழுதுதான் சாலைகளில் அவற்றினைப் பயன்படுத்திய பின்பு, போக்குவரவு நடமாட்டத்தினால் அவை உருத்திரிபு அடையுமேயல்லாது, விரிசல் விடுவதில்லை. புத்தம் புதிய நிலையிலுள்ள புகைக்கீல் சிமெண்டு, மற்றைய புகைக்கீல் பொருள்களின் எச்சங்கள் ஆகியவற்றின்மீது ஒசிவு சோதனை நடத்தலாம்.

பித்தளை தகடு ஒன்றின்மேல் அச்சினை (Mould) வைத்து அதற்குள் நிலக்கீல் பொருளையிட்டுச் சோதனை மாதிரிப் பொருளைத் தயாரிக்க பிவண்டும். அச்சினைத் தக்க முறையில் பொருத்திய பின்பு அது கீழ்க்கண்ட அளவுகள் கொண்ட 'பிரிக்கட்' (Briquette) வடிவத்திலிருக்கும்:

(i) மொத்த நீளம்: 7·45 செமீ முதல் 7·55 செமீ வரையிலும்.

(ii) அதிக அளவு அகலம்: 2·97 செமீ முதல் 3·03 செமீ வரையிலும்.

(iii) கவ்வியின் வாய்ப்புற அகலம்: 1·98 செமீ முதல் 2·02 செமீ வரையிலும்.

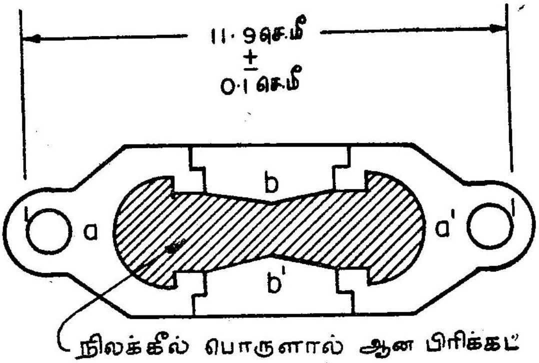


புகைப்படம் 8.
ஒசிவுமானி (நன்றி)

(iv) மிகக் குறைந்த அகலம் (கவ்விகளுக்குப் பாதி தூரத்தில்) : 0·99 செமீ முதல் 1·01 செமீ வரையிலும்.

(v) எல்லாப் பகுதிகளிலும் தடிப்பு: 0·99 செமீ முதல் 1·01 செமீ வரையிலும்.

தவிரவும், மிகக் குறைந்த குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு (பிரிக்கட்டின் மத்தியில்) ஒரு சதுர சென்டிமீட்டராக இருக்க வேண்டும்.



படம் 10-8.

ஒசிவுச் சோதனைக்கான ஆய்பொருள்

(a, a'): கவ்விகள் (b, b'): பக்கத் துண்டுகள்

10–69. 'பிரிக்கட்டை'த் தயாரித்த பிறகு அதனை 85 முதல் 95 நிமிடங்கள் வரை 25°C (77°F) மாறு வெப்ப நிலையிலுள்ள நீரில் வைக்கவேண்டும். பிறகு அதனை வெளியில் எடுத்து அதன் அடியில் இருக்கும் பித்தளைத் தட்டையும், அதன் பக்கங்களில் இருக்கும் பக்கத்துண்டுகளையும் நீக்க வேண்டும். பிரிக்கட்டின் இரு முனைகளிலிருக்கும் கவ்விகளுடன் ஒசிவுமானியில் பொருத்தவேண்டும். நிமிடத்திற்கு 5 செமீ வீதம் மாதிரிப் பொருள் பிளவுறும்வரை (Rupture) அதன் முனையிலுள்ள கவ்விகள் இழுக்கப்படுகின்றன. பிரிக்கட் உடைவதற்கு முன்னர் அது அடைந்த நீட்சி (சென்டி மீட்டரில்) அக் குறிப்பிட்ட நிலக்கீல் பொருளின் ஒசிவினைக் கொடுக்கிறது.

கரைதிறன் சோதனை

10–70. நிலக்கீலார்ந்த பிணைப்பான்களுள்ள நிலக்கீலே முக்கியமான பிணைக்கும் பொருளாகும். நிலக்கீல் சல்ஃபைடில் கரையும் தன்மையுள்ளது. மணல், தூசு போன்ற மாசுகளை நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களில் கலந்து கலப்படம் செய்யப்படு

வதைத் தடுக்க, அந் நிலக்கீலார்ந்த பொருளின் கறைதிறனைக் குறிப்பிடுதல் அவ்சியமாகிறது.

10–71. சோதனைக்கென 2 கிராம் நிலக்கீலார்ந்த பொருளை எடுத்து அதனை 100 மில்லி லிட்டர் கரைப்பானில் கரைத்து அக் கரைசலைக் ''கூச் புடக்குகையின்'' (Gooch Crucible) அடியில் அமைந்துள்ள கல்நார் பாய் ஒன்றில் வடிகட்ட வேண்டும். கரையாத பொருள்கள் புடக்குகையிலேயே தங்கி விடும். அதனை உலர்த்திப் புடக்குகையோடு எடையிடுதல் வேண்டும். இதிலிருந்து புடக்குகையின் எடை அதிகரிப்பை அறியலாம். இவ்வெடை வித்தியாசம் கரையாத பொருள் களின் எடையாகும். இதனை ஆதியில் எடுத்துக்கொண்ட பொருளின் சதவீதத்தில் கூறவேண்டும்.

காய்ச்சி வடிக்கும் சோதனைகள்

10–72. ஒரே இணக்க நிலையிலுள்ள இரு பொருள்களின் தன்மைகளும் வெவ்வேறாக இருத்தல் கூடுமாதலால், ஒரே இணக்க நிலையிலுள்ள பொருள்களின் இயல்புகளை அறிய 'காய்ச்சி வடித்தல் சோதனை' பயன்படுகின்றது. பின்னடைவு புகைக்கீல், சாலை எண்ணெய், தார் ஆகிய பொருள்களை இச் சோதனைக்குட் படுத்தலாம். இச் சோதனையின் மூலம் ஆவியாக மாறும் வடிதிரவங்கள், எஞ்சி நிற்கும் எச்சங்கள் ஆகியவற்றின் வகைகளையும், அளவினையும் அறிய இயலுகிறது.

ஒருபடித்தான தன்மை சோதனைகள்

10–73. பெட்ரோலியத்திலிருந்து பெறப்படும் புகைக்கீல் பொருள்களின் ஒரு படித்தான தன்மையறியும் சோதனைகள்:

ஒலியன்ஸிஸ் புள்ளி சோதனை (Oliensis Spot Test) மூலம் பெட்ரோலியப் புகைக்கீல் பொருள்களின் ஒருபடித்தான தன்மையினை அறியலாம். புகைக்கீல் பொருளில் 2 கிராம் எடுத்து 10·2 மில்லி லிட்டர் நாஃப்தாவில் கரைத்து, அக் கரைசலிலிருந்து ஒரு துளி எடுத்து வடிகட்டும் தாளில் (Filter paper) விடவேண்டும். வடிகட்டும் தாளில் ஏற்படும் புள்ளியில் சீரான வண்ணம் தோன்றுகிறதா என்பதை ஊன்றிக் கவனிக்க வேண்டும். புதியதாகத் தயாரிக்கப்பட்ட கரைசலை ஒரு மணி நேரம்கழித்துப் பயன்படுத்தும்போதும், அதே கரைசலை 24 மணி நேரம் கழித்து மறுமுறை பயன்படுத்தும்போதும் கிடைக்கும் புள்ளிகள் ஒரே சீரான வண்ணத்தில் இருந்தால், சோதனைக் குட்படுத்தப்பட்ட புகைக்கீல் ஒருபடித்தானது எனலாம்.

சோதனை முடிவு எதிர்மறையானது (Negative) என்று ஆய்வின் முடிவில் குறிப்பிடவேண்டும். அப்படியல்லாமல், வடிகட்டும் தாளில் வைக்கப்பட்ட புள்ளியின் மத்தியில் கருமையான அன்றி கரும் பழுப்பான நிறத்திலும், சுற்றிலுமுள்ள வளையத்தில் இலேசான வண்ணங்களுடனும் இருந்தால், நேர் எண் (Positive) என ஆய்வின் முடிவில் குறிப்பிடவேண்டும். இவ்வகைப் பொருள்களைத் தவிர்த்தல் நலம்.

சிமெண்ட் (Cement)

10–74. சிமெண்ட்–கான்கிரீட் சாலைகளுக்கும், சிமெண்ட்–அரைச்சாந்து (Cement-grouted Roads) சாலைகளுக்கும் போர்ட்லண்ட் சிமெண்ட் பயன்படுகிறது. இயன்றவரையில் புதிய சிமெண்ட் வகைகளையே கட்டுமான வேலைக்குப் பயன் படுத்த வேண்டும். சாலை கட்டுமான வேலைக்குப் பயன்படுத்து வதற்கு முன்னர் இவற்றின் தன்மைகளை அறிவது இன்றியமை யாததாகும். படித்தரங்களில் காணப்படும் வகுத்துரைகளைப் பின்பற்றிச் சிமெண்ட் சோதனைகள் நடத்தப்பெற வேண்டும். வெவ்வேறு வகையான சிமெண்ட்டுகள் தயாரிக்கப்படும் விதம், அவற்றின் பொறியியல் இயல்புகள், அவற்றைச் சோதிக்கும் முறைகள் போன்றவற்றைச் சிமெண்ட் பற்றிய நூல்களில் காணலாம்.

ஐந்தாம் பகுதி

தள வகைகள்

(Pavement Types)

11. குறைந்த செலவுச் சாலைகள்

(Low - Cost Roads)

அறிமுகம்

11-1. சாலையின் தளங்களை அல்லது மேற்பரப்பு வகைகளை மூன்று பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன:

(1) குறைந்த செலவுச் சாலைகள் (Low - Cost Roads).

(a) இயற்கையான மண் சாலைகள் (Natural Soil Roads).

(b) பதப்படுத்தப்பட்ட இயற்கையான மண் சாலைகள் (Natural Soil Treated Roads).

(c) சாலை அமைவிடத்தில் கிடைக்கும் கசடு போன்ற மற்ற பொருள்களாலான சாலைகள் (Roads of Other Local Materials Including Slag).

(d) கப்பிச் சாலைகள் (Gravel Roads).

(e) உறுதிநிலைப் படுத்தப்பட்ட மண் சாலைகள் (Stabilized Soil Roads).

(f) நீர்ப்பிணை, நடமாட்டப் பிணை மெக்காடம் சாலைகள் (Water Bound and Traffic Bound Macadam Roads).

(2) நடுத்தர செலவுச் சாலைகள் (Intermediate Types)

(a) நீர்ப்பிணை மெக்காடம், உறுதிநிலைப் படுத்தப்பட்ட மண் சாலை, கசடு போன்ற மற்ற பொருள்களால் ஆன சாலை ஆகியவற்றின் மேல் நிலக்கீல் பலப்படுத் தப்பட்ட பொருளை அமைத்தல்.

(b) தக்க அடித்தளங்களின் மேல் நிலக்கீல் கலவை யிடுதல் (Bituminous Road Mixes With Adequate Base Courses).

(c) சிமெண்ட் பிணை மெக்காடம் சாலை (Cement Bound Macadam Road).

(d) நிலக்கீலார்ந்த மெக்காடம் சாலை (Bituminous Macadam Road).

(e) பாறை புகைக்கீல் (Rock Asphalt).

(3) அதிக செலவுச் சாலைகள் (High Cost Roads).

(a) நிலக்கீலார்ந்த கான்கிரீட் சாலை (Bituminous Concrete)

(b) புகைக்கீல் தாளிட்ட சாலை (Asphalt Sheet).

(c) போர்ட்லண்ட் சிமெண்ட் கான்கிரீட் சாலை (Portland Cement Concrete Road.

(d) பளிங்காக்கப்பட்ட செங்கல் தளமிட்ட சாலைகள் (Vitrified Brick pavements).

11-2. மேற்கூறிய வகைகளைத் தவிர, சாலைத் தளங்களை நெகிழும்வகைத் தளங்கள்(Flexible Type of pavements), நெகிழா வகைத் தளங்கள் (Rigid Type of pavements) என மேலும் இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். தளங்கள் அல்லது அடித்தளங்கள் அல்லது கடைக்கால் (Foundation) ஆகியவற்றிற்குப் போர்ட் லண்ட் சிமெண்ட் கான்கிரீட்டைப் பயன்படுத்தினால், அச் சாலைகளை 'நெகிழாவகைத் தளங்கள் கொண்ட சாலைகள்' (Rigid pavements) என்கிறோம். ஏனெனில், இவை எளிதில் வளையா. மற்றவகைச் சாலைகள் அனைத்தும் வளையும் இயல் புடையவை யாதலால், அவற்றை 'நெகிழும் வகைத் தளமிட்ட சாலைகள்' என்கிறோம்.

அடித்தளங்கள், மேற்பரப்பு வகைகள் ஆகியவற்றைத் தேர்ந்தெடுத்தல்
(Selection of Types of Bases and Surface Courses)

11-3 அமைக்கவிருக்கும் சாலையின் வகைகளைப் பின்வரும் காரணக் கூறுகள் பாதிக்கின்றன:

(i) போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் அளவும், இயல்பும்.

(ii) நிதிவசதி.

(iii) சாலை அமைக்கப் பயன்படும் பொருள்கள் கிடைக்கக் கூடிய நிலைமை.

(iv) தட்ப வெப்ப நிலை (Climatic Conditions).

(v) நிலத்தளத்தின் இயல்பு, வடிமான நிலைமைகள்.

இவற்றுள் போக்குவர்வு நடமாட்டத்தின் அளவும், இயல்புமே சாலை வகையை நிர்ணயம் செய்வதில் முதலிடம் வகிக்கின்றது. நாளொன்றிற்கு 400 ஊர்தி வரை செல்லும் சாலைகளைக் குறைந்த அளவு நடமாட்டமுள்ள சாலைகள் என்றும், 400–லிருந்து 1,000 வரையிலும் ஊர்தி நடமாட்டமிருந்தால் அதனை நடுத்தர அளவு நடமாட்டமுள்ள சாலைகள் என்றும், 1,000-க்கு மேல் ஊர்தி நடமாட்டமிருப்பின் அதிக அளவு நடமாட்டமுள்ள சாலைகள் என்றும் கருதலாம். சாலை கட்டுமானப் பொருள்கள் பல அளவுகளிலும், வெவ்வேறு இயல்புகள் கொண்ட பல வகைகளிலும் கிடைப்பதால், நடமாட்டத்தின் தேவைக்கேற்பப் பலவகைச் சாலைகளைச் சமைக்க இயலுகிறது.

குறைந்த செலவுச் சாலைகள்

11-4. நமது நாட்டில் பெரும்பாலான இடங்களில் போதிய போக்குவரவு நடமாட்டம் இருப்பதில்லை. எனவே, இவ்வாறான இடங்களில் குறைந்த செலவுச் சாலைகளை அமைப்பதுடன் அவற்றை நல்ல முறையில் பேணுதலும் இன்றியமையாததாகும். அமைப்பதற்கும், பராமரிப்பதற்கும் குறைவாகச் செலவாகும் சாலைகளைக் குறைந்த செலவுச் சாலைகள் எனலாம். சாலை அமைவிடத்திற்கு அருகில் கிடைக்கும் கட்டுமானப் பொருள்களைப் பெருமளவில் பயன்படுத்தி இவ்வகைச் சாலைகளைக் கட்டவேண்டும். மாறுபடும் தட்ப வெப்ப நிலை, போக்குவரவு நடமாட்ட அளவு, அவற்றின் இயல்பு போன்றவற்றிற்கு, அமைவிடத்திலும் அதன் அருகிலும் கிடைக்கும் பொருள்கள் எந்த அளவிற்குத் தேய் பரப்பாக (Wearing Surface) ஈடு கொடுக்கும் என்பதை நெடுஞ்சாலைப் பொறியாளர்கள் தீர்மானிக்க வேண்டும். இதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் சோதனைகளைப் பற்றி முன்பே கண்டோம். நீரின் செயலால் கன அளவு பெரிதும் மாறுபடும் இயல்புடைய பொருள்களைப் பயன்படுத்தக் கூடாது. மண்ணைச் சோதிக்க நடத்தப்படும் சோதனைகள் மூலம் இதனை அறியலாம்.

இயற்கையான மண் சாலைகள்

11-5. மிகவும் குறைந்த அளவு போக்குவரவு நடமாட்ட முள்ள இடங்களில் இயற்கையான மண் சாலைகளைப் பயன் படுத்தலாம். இது போன்ற சூழ்நிலையில் இவையே மிகவும் குறைந்த செலவுச் சாலைகளாகும். தவிரவும், இயற்கையான மண் சாலைகள் போக்குவரவு நடமாட்டம் மிக்க இடங்களில் அமைக்கப்படும் உயர்வகைச் சாலைகளின் கட்டுமானப்பணிக்கு முதல் படியாகும்.

அமைப்பாண்மைக் கோட்பாடுகள்

11-6 பொதுவாக உயர்வகைச் சாலைகளின் சாய்வுவிகிதம், குறுக்கு வெட்டு, வடிமானம் ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்தும் அடிப்படைக் கோட்பாடுகளே இயற்கையான மண் சாலைகளின் அமைப்பாண்மையினையும் கட்டுப்படுத்துகின்றன. எனினும், மண் சாலைகளின் பக்கங்களிலுள்ள திறந்த வடிகால்கள் சற்று அதிக ஆழத்துடன் இருக்க வேண்டும். தவிரவும், இவ்வகைச் சாலைகளின் அடிநில வடிகால்களை அதிக விழிப்புணர்வோடு அமைக்க வேண்டும். ஏனெனில், இவ் வகை சாலைகளில் மண் எளிதில் தெவிட்டு நிலையடைந்து விடும். மண் சாலைகளை இயன்றவரையில் அதிக அகலத்துடன் அமைக்க வேண்டும். இவை சாதாரணமாக 20 அடி அகலம் இருக்கலாம்; 24 அடி இருத்தல் விரும்பத்தக்கதாகும். நீரை விரைந்து வடிமானம் செய்ய மேற்புற வளைவு 1-ல் 24 முதல், 1-ல் 18வரை இருக்கலாம்.

கட்டுமான வேலை

11-7. இயற்கையான மண் சாலைகளின் கட்டுமான வேலை இரு கட்டங்களில் (Two Stages) நடத்தப் பெறுகின்றது:

(i) சாலை அமைவிடத்திலுள்ள கல், புல், தாவர இனங் களின் வேர்கள் ஆகியவற்றை அப்புறப்படுத்துதல் (Clearence).

(ii) சாய்வு விகிதம் அமைக்கும் பணி (Grading Operation).

(1) அமைவிடத்தைத் திருத்துதல் (Clearence)

11-8. மரம், மரத்தின் அடிக்கட்டை, புல் போன்றவற்றைச் சாலை அமைவிடத்திலிருந்து அப்புறப்படுத்துதல் வேண்டும். மண்தரு பள்ளங்களைச் சாலை வழி நடப்புரிமைப் பகுதிக்கு அப்பால் அமைக்கவேண்டும். சாலையின் மேற்பரப்பிலுள்ள பயனற்ற மண் போன்றவற்றை மண்தரு பள்ளங்களில் இட்டு நிரப்பலாம். இதனால் அவற்றினை வெளியில்கொண்டு சென்று கொட்டுவதற்கு ஆகும் செலவும் குறைகிறது.

சாய்வு விகிதம் அமைத்தல்

11-9. சாலை அமைவிடத்தைத் தக்க முறையில் திருத்தி அமைத்தபின், சாய்வு விகிதம் அமைக்கும் பணி துவங்குகிறது. திருத்தியமைப்பதற்கும், தளமிடுவதற்கும் இடையே உள்ள எல்லாப் பணிகளும் இதன் கண் அடங்கும். மண்ணைத் தோண்டுதல், அதனைப் பிறிதோர் இடத்திற்குக்கொண்டு செலலுதல், பரப்புதல், திண்மைசெய்தல் ஆகிய அனைத்தையும் கொண்டதே 'சாய்வு விகிதம் அமைத்தல்' என்ற பணி ஆகும். மண்ணின் தன்மை, இட இயல்பு ஆகியவற்றிற்கு ஏற்ப இப் பணிகளைச் செய்யும் முறையும் மாறுபடுகின்றன. மேட்டுப்பாங்கான பகுதிகளில் இருந்து மண்ணைத் தோண்டியெடுத்து அதை ஆட்களின் உதவியாலோ அல்லது இயந்திரங்களின் உதவியாலோ பள்ளங்களிலும், மற்றும் தேவையான இடங்களிலும் இட்டு நிரப்பவேண்டும். தேவையானால் மண்தரும் பள்ளங்களிலிருந்தும் மண்ணைப் பெறலாம். மண்ணை, சாலையின் மேற்பரப்பில் அடுக்குகளாகப் பரப்பிய பின்னர் உருளைகளின் உதவியால் அவற்றை 6 அங்குலம் முதல் 8 அங்குலம் தடிப்புள்ள அடுக்குகளாகத் திண்மைப்படுத்த வேண்டும். இவ்வாறு திண்மைப் படுத்தும்போது உகந்த ஈர அடக்கத்தில் திண்மைப்படுத்துவதுடன், AASHO அடர்த்தியில் 95% இருக்குமாறும் பார்த்துக்கொள்ளவேண்டும். மண்ணின் தன்மைக்குத் தக்கவாறு உருளை வகையினையும், அதன் எடையினையும் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். சாதாரணமாக 8 முதல் 10 டன் வரை எடையுள்ள உருளைகளை இதற்கெனப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

11-10. உருவாக்கப்பட்டவுடன் மண் சாலைகள் சற்று தளர்வுடனும் (Loose), கரடு முரடாகவும் இருப்பது இயல்பே. மேலும் இயற்கையான மண்வகைச் சாலைகளில் புழுதி படிந்திருக்கும். போக்குவரவு நடமாட்டத்தினால் சாலையின் மேற்புறத்தில் மிக எளிதில் சிறு குழிகள் (Ruts) ஏற்படுகின்றன. இவை போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கு இடையூறு விளைவிக்கின்றன. தவிரவும் இவற்றில் தேங்கும் தண்ணீர் சாலையின் ஆயுளைக் குறைக்கின்றது. சாலையின் முழு அகலத்திற்கும் நடமாட்டம் பரவி இருந்தால், தேய்மானமும் விரவியே இருக்கும்; இதன் பயனாக வாழ்நாளும் அதிகரிக்கும். சாலை மேல் வளைவின் உயர்வு வீதம், ஓர் அடி அகலத்திற்கு $\frac{1}{2}$ அங்குலத்திலிருந்து $\frac{3}{4}$ அங்குலம் வரை இருந்தால், போக்குவரவு நடமாட்டம் சாலையின் முழு அகலத்திற்கும் பரவி இருக்குமென அறிகிறோம்.

பராமரிப்பு (Maintenance)

11-11. மண் சாலைகளை இடைவிடாது பராமரிக்க வேண்டும். மண் சாலையைப் பராமரிக்க, சாய்வு வீதம் அமைக்கும் கத்தி பொருத்தப்பட்டுள்ள செதுக்குப் பொறியை (Blade-Grader) இதற்காகப் பயன்படுத்துகின்றனர். இப் பொறி சாலையைக் கரடுமுரடு இல்லாமல் வைத்திருக்க உதவுமேயன்றி சாலையின் பரப்பில் பள்ளங்கள் தோன்றினால் அவற்றினை மறுபடியும் முதலிலிருந்த உருவிற்குக் கொண்டுவர உதவுவதில்லை. சமவெளிப் பகுதிகளில் மழைக்காலம் முடிந்து மண் ஈரமாயிருக்கும்பொழுது, பராமரிப்பு வேலையில் ஈடுபடுதல் சிறப்பாகும். ஆனால் மலைப்பாங்கான இடங்களில், குளிர்காலங்களில் வெப்பநிலை குறைந்தும், மண்ணின் இடைவெளிகளிலுள்ள நீர் உறைந்தும் இருக்கக்கூடுமாதலால், இயன்றவரையில் இப் பணியைக் குளிர்காலத்திற்கு முன்னரே வைத்துக்கொள்ளுதல் நலம்.

பதப்படுத்தப்பட்ட இயற்கையான மண் சாலைகள்

11-12. பலவகையான களிமண்களும், வண்டல் மண்களும் கோடையில் புழுதி படிந்தும், மழைக் காலத்தில் மென்மையடைந்தும் காணப்படுகின்றன. எனவே, இம் மண் வகைகளால் ஆக்கப்பட்ட சாலைகளின் மேற்புறத்தில் சிலவகை எண்ணெய்களைப் பயன்படுத்தி புழுதி படிவதைத் தடுப்பதும், நீர்க்காப்பு செய்வதும் வழக்கத்தில் உள்ளது. இவ்வகை எண்ணெய்கள் பெரும்பாலும் நிலக்கீல் பொருள்களிலிருந்து பெறப்படுகின்றன. சாலை அமைவிடத்தின் அருகில் தேய்பரப்பு அமைக்கப் பயன்படும் மண் வகைகள் மலிவில் கிடைக்காத சமயங்களிலும், நிலக்கீல் பொருள்கள் எளிதிலும், மலிவாகவும் கிடைக்குமிடங்களிலும் இம் முறை பெரிதும் வரவேற்கத்தக்கதாகும். களிமண், வண்டல் மண் போன்றவை கலந்து இல்லாத தூய மணலுள்ள பகுதிகளிலும், நுண் புழையேற்றம் மிகுந்து காணப்படும் மண் வகையுள்ள பகுதிகளிலும் எண்ணெய்களைப் பயன்படுத்த இயலுவதில்லை.

11-13. மண் சாலைக்குப் பயன்படுத்தப்படும் எண்ணெய்களுக்குக் கீழ்க்காணும் பண்புகள் இருத்தல் அவசியம்:

(i) அவை சாலையின் மேற்புறத்தை ஊடுருவிச்சென்று மண்ணுடன் இரண்டறக் கலக்கவேண்டும். அப்படியில்லாமல் சாலையின் மேற்புறத்திலேயே பாய் இட்டு மூடியதைப்போன்று தங்கி விடுமானால், போக்குவரவு நடமாட்டத்தின்போது உடைந்துவிடும்.

(ii) எண்ணெய் இலேசானதாயும், செறிவுமிக்கதாயும், தனித்தனியே பிரியாமலும் இருக்கவேண்டும். அப்பொழுதுதான் எல்லா இடங்களிலும் ஒரே சீராக சாலை விளங்கும்.

(iii) சாலையின் மேற்புறத்தை நீர்க்காப்பு செய்யும் அரணாக அது விளங்கவேண்டும். மெல்ல பதனப்படும் (SC) வகைகள் இப் பணிக்கு ஏற்றவையாகும். தேவையான அளவிற்குச் சாய்வு விகிதம், குறுக்கு அளவு ஆகியவற்றை அமைத்த பின்னரே நிலக்கீல் எண்ணெய்ப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தவேண்டும்.

11-14. சாலைப் பரப்பின் தன்மையினையும், சாலைக்குப் பயன்படுத்தப்படும் மண்ணின் வகையினையும் பொறுத்து எண்ணெயைப் பயன்படுத்தும் முறை மிகவும் மாறுபடுகின்றது. பொதுவாக SC-O வகை எண்ணெய் மண்சாலைகளைப் பதனப்படுத்தப் பெரிதும் பயன்படுகிறது. சற்று ஈரப்பசையுடன் இருக்கும் வண்டல் மண்ணைச் சிறந்த முறையில் பயன்படுத்தலாம். நுண் புழை ஏற்றம் குறைந்து விளங்கும் களிமண் இருப்பின், எண்ணெய் இடுவதற்கு முன்னர் நன்கு உலரவைத்து, பின்பு SC-1, SC-2 அல்லது, SC-O போன்ற நிலக்கீல் எண்ணெய்களைப் பயன்படுத்தலாம். சாதாரணமாக இரண்டு அல்லது மூன்று தடவைகள் எண்ணெயைப் பயன்படுத்தி மண்ணைப் பதப்படுத்துவர். முதல் தடவையில் 100 சதுர அடிக்கு 25 முதல் 40 பவுண்டு வரை எண்ணெயைப் பயன்படுத்தலாம். இவ் வெண்ணெயை அழுத்து விசைபரப்பும் கருவிகளின் உதவியால் (Pressure Distributors) மண்ணில் இரண்டறக் கலக்கலாம். எண்ணெய் மண்ணின் வழியே நன்கு ஊடுருவிச் சென்று மேலும் தோய்ந்த பிறகு (Soak), மறுபடியும் அதே வகை நிலக்கீல் பொருளை 100 ச. அடிக்கு 25 பவுண்டு வீதம் பயன்படுத்தவேண்டும். இந்தத் தடவை மண்ணானது எண்ணெயை ஈர்க்க முதல் தடவையைக் காட்டிலும் அதிக நேரம் எடுத்துக்கொள்கிறது. எல்லா நிலக்கீல் பொருளும் மண்ணால் ஈர்க்கப்பட்ட பின்பு, அச் சாலை போக்குவரத்துக்கு ஏற்றதாகிறது. தேவை ஏற்பட்டால், மூன்றுவது தடவையும் 100 ச. அடிக்கு 25 பவுண்டு வீதம் எண்ணெய் முழுமையும் நன்றாக ஊடுருவிய பின்பே போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்குச் சாலையைத் திறந்து வைக்கலாம். ஆதியில் பயன்படுத்திய நிலக்கீல் எண்ணெய் வகையினையே, அப் பகுதியில் பின்னர்த் தோன்றும் துண்டு வேலைகளுக்கும் (Patch Works) பயன்படுத்த வேண்டும்.

11-15. களிமண் நிலப் பகுதியில் நிலக்கீல் எண்ணெயைப் பயன்படுத்திச் சாலையைப் பதப்படுத்திய பின்னர், மேற் புறத்தில் கப்பி அல்லது கப்பிமணலை சிறிதளவு தூவுதல் (Blot) நன்று. இதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் கப்பி ½'' சல்லடை வழியே 100 சதவீதமும், சல்லடை எண் 10 வழியே 15 முதல் 70 சதவீதமும் செல்லுவதாகவும் இருக்கவேண்டும்.

11-16. நுண்புழை யேற்றம் நிறைந்த களிமண் பகுதியில் கீழ்க் காணும் முறை பின்பற்றப்படுகிறது:

நுண்புழை யேற்றம் ஏற்படாமல் தடுக்க, சாலையின் மேற் பரப்பிற்கு 12 அங். கீழே 100 சதுர அடிக்கு 25 முதல் 40 பவுண்டு வரை ஊடுருவும் எண் 250 உள்ள புகைக்கீல் சிமெண்ட்டைச் சூடான நிலையிலிட்டு நீர்க்காப்பு உறை ஒன்றிட வேண்டும். இந் நீர்க்காப்பு உறை குளிர்ந்த பிறகு, அதன்மேல் 12 அங்குல உயரத்திற்கு மண்ணிட்டு நிரப்பி நன்கு திண்மைப்படுத்த வேண்டும். இவ்வாறு அமைத்த சாலையின் மேற்புறத்தில் முன்பு கூறிய முறைப்படி நிலக்கீல் பொருளால் பதப்படுத்த வேண்டும்.

கால்சியம் கிளோரைடினால் பதப்படுத்தல் (Calcium Chloride Treatment)

11-17. நிலக்கீல் பொருளுக்குப் பதில் கால்சியம் குளோரை டினைப் பயன்படுத்திச் சாலையின் மேற்பரப்பைப் பதப்படுத்த லாம். 100 சதுர அடிக்கு 10 பவுண்டு கால்சியம் குளோரைடு வீதமும், பின்னர் தேவைப்பட்டால் 5 பவுண்டு வீதமும் பயன்படுத்தி மேற்பரப்பைப் பதப்படுத்தலாம். கால்சியம் குளோரைடு மணித்துகள் போன்ற வடிவிலோ (Granular), சிறு தகடுகள் வடிவிலோ (Flakes) கிடைக்கின்றது. இதனை நேரிடையாகச் சாலையின் மேற்புறத்தில் செலுத்தலாம். காற்றி லுள்ள ஈரத்தை உறிஞ்சுவதன் மூலம் சாலையின் மேற்பரப்பை இவை சற்று ஈரத்துடன் வைத்திருக்கும். களி மண்ணில் ஈரம் சேர்ந்தால் வழுக்குமாதலால், இம் முறை அதுபோன்ற சாலை களுக்கும் பயன்படுத்துதல் விரும்பத் தக்கதல்ல. தவிரவும், மணலில் கால்சியம் குளோரைடு தங்குவதில்லை. எனவே, இம் முறை மணல் நிறைந்த சாலைகளிலும் பயன்படுவதில்லை. இந்தியச் சூழ்நிலையில் காற்றின் ஈரப்பதன் (Humidity) 31-க்கு மேலிருந்தால்தான் கால்சியம் குளோரைடு சாலையின் மேற் புறத்தை ஈரமாக வைத்திருக்கும். மேலும், கால்சியம் குளோ ரைடு எளிதில் அடித்துச் செல்லக் கூடுமாகையால், அதிக

அளவு கால்சியம் குளோரைடு தேவைப்படும். எனவே, இம் முறை சிக்கனமானதுமல்ல. இக் காரணங்களால் இம் முறை பெரிதும் பின்பற்றப்படுவதில்லை.

அமைவிடத்தில் கிடைக்கும் மற்ற பொருள்களால் ஆன சாலைகள் (Roads of other Local Materials)

11-18. கடினமான கற்கள் மலிவாகக் கிடைக்காத சற்று மென்மையான கல் வகைகளைப் பயன்படுத்திக் குறைந்த செலவுச் சாலைகளை அமைக்கலாம். சில இடங்களில் இயற்கையாகக் கிடைக்கும் மண், மலிவாகக் கிடைக்கும் மென்மையான கல் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்துகின்றனர். இயற்கையாகக் கிடைக்கும் மண்ணும், வடிமான நிலைமையும் நல்ல முறையில் இருக்குமிடங்களில், மண்ணினைப் பயன்படுத்துகின்றனர். சற்று மோசமான நிலையில் மண்ணும், வடிமான நிலைமையும் இருக்கும் இடங்களில் மென்மையான கற்களையும், பிற நல்ல முறையிலுள்ள பொருள்களையும் கொண்டு வந்து பரப்பலாம். இவை யாவும் எளிதில் தேயும் இயல்புடையன; புழுதி விரைவில் படியும் தன்மையுடையன. எனவே, சில சமயங்களில் இப் பொருள்களால் கட்டப்பட்டுள்ள சாலை மேற்புறத்தை, பொடி செய்யப்பட்ட கடினமான கற்களையோ கப்பிகளையோ கொண்டு மூடுவதன் மூலம் சாலையின் தேய்மானத் தடை திறனை (Resistance to wear) அதிகமாக்கலாம். அல்லது முன்னர்க் குறிப்பிட்ட முறைப்படி (11-12) நிலக்கீல் எண்ணெய் அல்லது குளோரைடு போன்ற பொருள்களைப் பயன்படுத்திச் சாலையைச் செம்மைப் படுத்தலாம். நடமாட்டம் அதிகமாயுள்ள இடங்களில் நிலக்கீலால் ஆன புறப்பரப்பை அமைத்தல் நன்று.

11-19. குறைந்த செலவுச் சாலைகளுக்குப் பயன்படத்தக்க மலிவான, எளிதில் பதப்படுத்தத் தக்க பொருள்கள் சிலவற்றைப் பார்ப்போம்:

கங்கர் (Kanhar)

சுண்ணம்புக் கல் வகையில் கங்கர் ஒன்றாகும். இது கடினமாகவும் கிடைக்கின்றது; மென்மையாகவும் கிடைக்கின்றது. பெருமளவு கால்சியம் கார்பனேட்டும், சிறிதளவு மண் அல்லது அதைப் போன்ற சிலிகாத் தன்மையுள்ள (Siliceous) பொருளும் கங்கர் கல்லில் கலந்து காணப்படுகின்றன. நல்ல வகைக் கங்கர் சில கடினவகைக் கற்களைப் போன்று உறுதியுடன் விளங்கும்: ஆனால், சற்று தரம் குறைந்த உறுதியற்ற வகைக்கற்கள் மிக எளிதில் உடைந்துவிடும் தன்மை

யுடையவை. நமது நாட்டில் கங்கர் வகைக் கற்களைக் கொண்டு குறைந்த செலவுச் சாலைகளை வெற்றிகரமாக அமைக்கின்றனர்.

11–20. கங்கர் கல்லை அடித்தளங்களுக்குப் பயன்படுத்தும் போது, அதன் அளவு 3-லிருந்து $4\frac{1}{2}$ அங்குலம் வரை இருக்க வேண்டும். தேய்பரப்பாகப் பயன்படுத்தும்போது, 2-லிருந்து $2\frac{1}{2}$ அங்குலம் வரையில் இருக்கவேண்டும். தேய்பரப்பிற்குப் பயன்படும் கங்கர் கல் கீழ்வரும் தரநிலைகள் (Gradation) உள்ளதாய் இருக்கவேண்டும்.

கடந்து செல்லும்பொருள்களின் 3″ சல்லடை	100 சதவீதம்
மொத்த அளவு (Total Passing) 1″ சல்லடை	10 சதத்திற்கு அதிகப் படாமல் இருத்தல்
$\frac{1}{2}$″ சல்லடை	—ஏதுமில்லை

கங்கர் கல்லை நன்கு திண்மைப்படுத்துவதற்கு அதிக நீர் தேவைப்படுவதால், பொதுவாக மழைக்காலங்களில் இவ்வகைக் கற்களைச் சாலையிலிட்டுத் திண்மைபடுத்தல் நன்று. இதற்கு 6-8 டன் எடையுள்ள இலேசான உருளையைப் பயன்படுத்தலாம். அடித்தளத்தின்மீது தேவையான தடிப்பிற்குக் கங்கர் கல்லைப் பரப்பி, தாராளமாகத் தண்ணீர்விட்டு, பிறகே உருளையின் உதவியால் திண்மைப்படுத்தவேண்டும். மென்மையான வகைக் கற்களாயிருந்தால், கை திமிசம் கட்டைகளால் திண்மைப்படுத்தலாம். இவ்வாறு திண்மைப்படுத்திய பின்பு, மறுநாள் அதன்மீது கங்கர் பொடியைத் தூவி மறுபடியும் திண்மைப்படுத்தவேண்டும். கங்கர் கல் முழுமையாக இறுகிய (Set) பிறகே போக்குவரவு நடமாட்டத்தை அனுமதிக்க வேண்டும்.

மூரம் (Moorums)

11–21. சிவந்த களிமண்ணும், இரும்பு-கப்பிக் கல் (Iron Stone gravel) கலந்து காணப்படும் பெரும்பாறைகளின் துண்டமே மூரம் எனப்படுகின்றது. இப் பெரும் பாறைகள் தட்பவெப்ப நிலைமைகளால் சிதறுகின்றபோது, மூரம் கிடைக்கின்றது.

லேட்டரைட்டுகள் (Laterites)

11–22. இவை வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில் காணப்படும் இரும்பகக் களிமண்ணாகும். இவற்றைப் பூமியிலிருந்து எடுக்கும் போது, மென்மையாக இருக்கும். சில மாதங்களில், காற்றின்

செயலால் இரும்பு ஆக்சைடுகள் உருவாவதால் அவை கடின முறுகின்றன. பார்வைக்கு மென்மை வகையும், கடின வகையும் ஒன்றுபோல் தோற்றமளிக்கும். இவை நீர்ப்பிணை மெக்காடம் சாலைகளிலும் பயன்படுகின்றன.

கசடுகள் (Slags)

11-23. இரும்பு தயாரிக்கப் பயன்படும் ஊது உலையிலிருந்து (Blast Furnace) கசடு கிடைக்கின்றது. நிறையக் கிடைக்கும் இடங்களில் இதனைக் கொண்டு குறைந்த செலவுச் சாலைகளை அமைக்கலாம். சாதாரணமாக 6 அங். முதல் 8 அங். வரையிலும் சில சமயங்களில் அதற்கு மேலும் ஆழமாகக் கசடுகளைச் சாலை தளத்தில் அமைக்கலாம். கசடின் தகுதியை நிர்ணயம் செய்ய லாஸ் ஏஞ்சல் சோதனை பயன்படுகின்றது. சாலைக்குப் பயன்படும் கசடு கீழ்வரும் தரத்தை உடையதாய் இருக்க வேண்டும்:

கடந்து செல்லும் பொருளின் அளவு		
	$2\frac{1}{2}''$ சல்லடை	100 சதவீதம்
	$2''$ சல்லடை	90–100 சதவீதம்
	$1\frac{1}{2}''$ சல்லடை	35–75 சதவீதம்
	$1''$ சல்லடை	0–15 சதவீதம்

நுண்துகள் கீழ்வரும் தரத்தை உடையதாய் இருக்க வேண்டும்.

கடந்து செல்லும் பொருளின் அளவு		
	$3\frac{3}{4}''$ சல்லடை	100 சதவீதம்
	$\frac{1}{2}''$ சல்லடை	90–100 சதவீதம்
	சல்லடை எண் 100	0·30 சதவீதம்

தவிரவும், நீர்ப்பிணை மெக்காடம் சாலைகளில் பயன்படுத்தப் படும் கற்களின் தர நிலை கசடுகளுக்கும் பொருந்தும். இவற்றைத் தவிர எரிமலைக் குழம்புத் துண்டுகள் (Volcanic Cylinders), ஈரிதழ் சிப்பியின் மேலோடு (Oyster Shell) போன்ற பொருள்களைப் பயன்படுத்தியும் குறைந்த செலவுச் சாலைகளைக் கட்டலாம்.

கப்பிச் சாலைகள் (Gravel Moads)

11-24. எல்லா இயனிலைக்கும் ஏற்ற குறைந்த செலவுச் சாலைகளை அமைக்க, பருவெட்டான, நல்ல தர நிலை செய்யப்

பட்ட (well graded) கப்பி மிகவும் பொருத்தமான பொருளாகும். சாலைக்கு உறுதியூட்டுவதுடன், பிணையும் ஆற்றலுள்ளதாகவும், கரடுமுரடு இல்லாத—நேர்த்தியான ஊர்தி ஓட்டத்திற்கு ஏற்ற—மேற்பரப்பைத் தரவல்லதாகவும் இது விளங்குகிறது.

அமைப்பாண்மைக் கோட்பாடுகள்

11-25. ஊர்தியொன்றின் அதிக எடை 10 டன்னுக்குமேல் போகாமலும் [சுய எடை உட்பட], தினசராசரி போக்குவரவு நடமாட்டம் (ADT') 350 முதல் 400 ஊர்திகள் கொண்டதாயும் உள்ள பகுதிகளுக்குக் கப்பிச் சாலைகள் ஏற்றனவாகும். மேற் கூறிய வரம்பிற்கு அப்பால், சாலையின் மேற்பரப்பு தாளவய நெளிவுகளைப்போன்று (Rhythmic Corrugation) நெளிந்து, கரடுமுரடாக மாறுதலுறுகின்றது. சற்று அதிக போக்குவரவு நடமாட்டம் இருக்கும் இடங்களில் குளிர்ந்த, இலேசான புகைக்கீல் எண்ணெய்கள், மற்றும் குளிர்ந்த நிலக்கரி-தார் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தலாம். சாலைக் கட்டுமானம் முடிந்து ஓராண்டு காலம் கழித்தே, எண்ணெயைப் பயன்படுத்த வேண்டும். அப்பொழுதுதான் போக்குவரவு நடமாட்டத்தினால் சாலை நன்கு அழுந்தி, பிணைந்த நிலையில் காணப்படும்.

11-26. மற்றவகைச் சாலைகளுக்குண்டான சாய்வு விகிதம், மேற்புற வளைவு, வடிமானம் போன்றவற்றைப்பற்றிய கோட்பாடுகள் இவ்வகைச் சாலைக்கும் பொருந்தும். நன்கு திண்மை செய்யப்பட்டு, தக்க மேல்புறவளைவு கொடுக்கப்பட்டு விளங்கும் நிலத்தளத்தின்மேல் கப்பியை இடவேண்டும், சாலையின் மையத்தில் மிக அதிக தடிப்புடனும், சாலையின் விளிம்பில் மிகக் குறைந்த தடிப்புடனும் இருக்குமாறு கப்பியைப் போட வேண்டும். போக்குவரவு நடமாட்டத்தினால் விளையும் எடை, நடமாட்ட அளவு, இயல்பு, நிலத்தளத்தின் பண்பு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் கப்பிப் பகுதியின் தடிப்பு அமைப்பாண்மை செய்யப்படுகிறது. சாதாரணமாக கப்பிப் பகுதியின் தடிப்பு 8'' முதல் 20'' வரை வேறுபடுகின்றது. மேல்புறவளைவு 1-ல் 24 முதல் 1-ல் 36 வரை வேறுபடுகின்றது. இஃது அமைவிட நிலைமைகள், இயனிலைத் தன்மைகள், பயன்படுத்தப்படும் பொருள் ஆகியவற்றினைப் பொறுத்து அமைகிறது.

கப்பியின் அளவும், அதற்கிருக்க வேண்டிய பண்புகளும்

11-27. சாலைக்குப் பயன்படும் கப்பியில் கற்கள் அல்லது பருவெட்டான திரளைகள், மணல், வண்டல் மண், களி மண் ஆகியவை கலந்து காணப்படும். அடி அடுக்கு (Base course),

மேற்புற அடுக்கு (Surface course) ஆகிய இரு அடுக்குகளில் கப்பிச்சாலையை அமைக்க வேண்டும்.

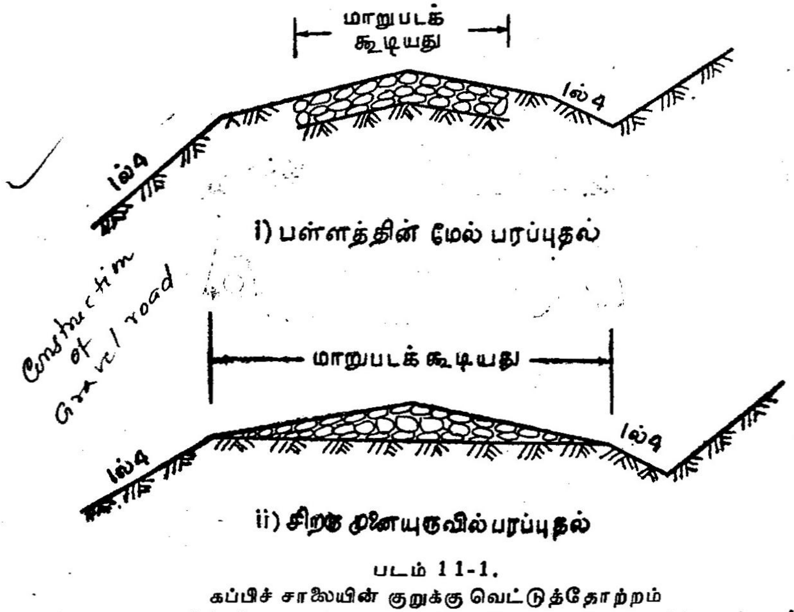
சாலை அமைப்பதற்குத் தேவையான கப்பி ஆறு, நீரோடை போன்றவற்றின் கரைகளிலும், படுகைகளிலும் கிடைக்கின்றது. கப்பியின் அளவு, தரநிலை, பண்புகள் ஆகியவற்றில் பெரும் வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. பொதுவாக சாலைக்கு உறுதியினையும், ஊர்திசக்கரங்களின் எடையைப் பகிர்ந்தளிக்கும் இயல்பினையும் நல்க, அதன் அடி அடுக்கில் பயன்படுத்தப்படும் கப்பியில் பருவெட்டான கற்கள் பெரும் அளவில் இருக்க வேண்டும். கப்பியின் அளவுபற்றி எந்த வரம்புகளையும் தீர்மானமாகக் கூற இயலுவதில்லை. எனினும் $\frac{1}{4}$ அங். வலை வழியே சலிக்கும்பொழுது அதில் தங்கும் பொருள்களைவிட கடந்து செல்லும் பொருள்களின் அளவு (Quantity) குறைவாக இருந்தால், அதிலுள்ள மிகையான மணலை நீக்காமல் சாலைக்குப் பயன்படுத்தலாம். சாலை மேற்புறத்திற்கு பயன்படுத்தப்படும் கப்பியில் $1\frac{1}{2}$ அங்குலத்திற்கு அதிகமாக உள்ள கற்களைச் சலித்து நீக்கிவிடவேண்டும். பள்ளங்களிலிருந்து எடுக்கப்படும் கப்பியாயிருந்தால், அதில் $\frac{1}{4}$ அங். வலைவழியே கடந்து செல்லும் மணலின் அளவு 40%-க்கு மேல் இருக்கக்கூடாது.

11-28. சலிக்கப்பட்ட கப்பியைப் பயன்படுத்தும்போது, கீழ்வரும் முறைகளைப் பின்பற்ற வேண்டும். அடி அடுக்கிற்கு $1\frac{1}{2}$ அங். முதல் 3 அங். வரை அளவுள்ள கப்பியையும், மேற்புற அடுக்கிற்கு $\frac{1}{2}$ அங். முதல் $1\frac{1}{2}$ அங். வரை அளவுள்ள கப்பியையும், அதற்குமேல் தேய்பரப்பாக பட்டாணி அளவிலிருந்து $\frac{1}{2}''$ வரை அளவுள்ள மணலையும் பயன்படுத்த வேண்டும். கப்பியிலுள்ள துகள்கள் கடினமாகவும், கட்டுறுதியுடனும் (Toughness), நாள்பட்டு வரக்கூடியதாகவும் (Durable) இருக்கவேண்டும். நொறுக்கப்பட்ட கப்பியைக் கலப்பதன் மூலம் சாலை கட்டுமானத்திற்குப் பயன்படும் கப்பியின் உறுதியை அதிகரிக்கச் செய்யலாம். தூயநிலையில் கப்பி சரிவரப் பிணைவதில்லை. ஒரு சிறு சதவீதம் களிமண், களி மணல், சுண்ணும்புத் துகள் போன்றவற்றை அத்துடன் சேர்ப்பது விரும்பத்தக்கது மட்டுமின்றி, அவசியமானதும்கூட. இதற்கெனப் பயன்படுத்தப்படும் களிமண்ணின் குணம், பண்பு ஆகியவற்றைக் கவனித்தல் இன்றியமையாததாகும். ஏனெனில், களிமண் நல்ல பிணைப்பாக மட்டுமல்லாது ஈரத்தினை ஒழுங்குபடுத்தும் (Regulate) பணியினையும் செய்யவல்லது ஆகும். உலர் பருவத்தில் (Dry weather) களிமண் துகள்களின் மேலுள்ள

மெல்லிய திரைபோன்ற ஈரம் (Film) பொருள்களைப் பிணைக்கின்றது. ஈரப் பருவத்தில் முதலில் பெய்யும் மழை நீரால் களிமண் விரிவடைந்து சிறு சிறு துகள்கள், வெறுமையான பகுதிகள் ஆகியவற்றை மூடிவிடுகிறது. இதனுல் அதிக நீர் உள்நுழைந்து பொருள்களைத் தளரவைப்பது தவிர்க்கப்படுகின்றது. பிணைப்பான்கள் 10% முதல் 15% வரை கப்பியோடு கலந்து சாலைகள் அமைக்கப்பயன்படுத்தலாம். அடித்தளத்திற்குக் களிமண், களிமணல், சுண்ணும்புத்துகள்கள் ஆகியவற்றை 10% முதல் 15% வரை பயன்படுத்தினுல் சிறந்த விளைவுகள் உண்டு; நிலக்கீல் பொருள்களால் தேய்பரப்பு அமைக்கவிருக்கும் இடங்களில் அதிக அளவு 10% களிமண் போன்ற பிணைப்பான்கள் இருக்கலாம்.

கட்டுமானம்

11-29. சாய்வு விகிதம் அமைக்கும் கத்தியினைக்கொண்டு, கப்பிச்சாலை அமைக்க முதலில் நிலத்தளத்திற்குத்தேவையான சாய்வு விகிதம் அமைக்கவேண்டும். கப்பியிடுவதற்கு முன்பு



படம் 11-1.
கப்பிச் சாலையின் குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம்
(i) பள்ளத்தின் மேல் பரப்புதல் (ii) சிறகு—முனையுருவில் பரப்புதல்.

நிலத்தளத்தைக் கரடுமுரடின்றி செம்மைபடுத்தி, போதிய அளவு நன்கு திண்மைப்படுத்தவேண்டும். மழை நீரின்

உதவியாலும், போக்குவரவு நடமாட்டத்திலும் அடித்தளம் ஓரளவிற்குத் தானாகவே அழுந்திவிடும். பிறகு செதுக்குப் பொறியின் உதவியுடன் மேற்புறத்தைக் கரடுமுரடின்றிச் செம்மைப்படுத்தவேண்டும். இப்பொழுது சாலையின் அடித்தளம் கப்பி பெறுவதற்கான பக்குவ நிலையில் இருக்கின்றது.

11–30. இரு முறைகளில் சாலையின் மேற்புறத்தில் கப்பி யிடப்படுகின்றது. அவையாவன:

(i) பள்ளத்தின் மேல் பரப்புதல் (Trench Spread).

(ii) சிறகு-முனையுருவில் பரப்புதல் (Feather-Edge spread).

பள்ளத்தின் மேல் பரப்புதல்

11-31. இம் முறையில், அமைப்பாண்மையிலுள்ள அகலம், ஆழம் ஆகியவை கொண்ட பள்ளம் வெட்டப்படுகிறது. இவ்வாறு வெட்டியெடுக்கப்படும் மண்ணை தோள்பகுதிகள் அமைக்கப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். பிறகு கப்பியைத் தேவையான மேல் வாட்ட வளைவு இருக்குமாறு அப் பள்ளத்தில் பரப்பி, நன்கு திண்மைப் படுத்தவேண்டும். கப்பியை ஒரே இடத்தில் குவிக்காமல் பரவலாகப் போடுதல் நன்று. அப்படிப் போடாவிடின் கப்பியின் அளவிற்கேற்ப (Size) தனித்தனியே பிரிந்து காணப்படுவதற்கு வாய்ப்புண்டு. திண்மைப்படுத்தும் பணியை துவக்குவதற்கு முன்பு, வார்ப்பட மாதிரிச் சட்டத்தின் (Template) துணைகொண்டு மேல் வாட்ட வளைவைச் சரி பார்த்தல் வேண்டும். 3 முதல் 5 டன் வரை எடையுள்ள இலேசான வகை உருளைகளினுல் மண்ணைத் திண்மைப் படுத்துவதற்கு முன்னர் ஓரளவு தண்ணீர் தெளித்தல் அவசிய மாகிறது. இதற்கெனப் பயன்படும் தண்ணீரின் அளவு, கப்பியின் தரநிலை, ஈர அடக்கம், இயனிலை ஆகியவற்றைப் பொறுத்துள்ளது.

11-32. இவ்வாறு நல்ல முறையில் திண்மைப்படுத்திய பின்பு, அதன்மேல் போக்குவரவு நடமாட்டம் நடைபெற அனுமதிக்கப்படுகிறது. இதனுல் சாலை மேலும் சற்று அதிகமாக அழுந்தும். இதற்குப் பிறகு மறுபடியும் சாலையைக் கரடு முரடின்றி செம்மைபடுத்தித் திரும்பவும் முதலில் இருந்த உருவிற்குக் கொண்டுவரவேண்டும். இவ் வகையான வேலைக்கு 10 டன் எடைக்கு மேலுள்ள உருளைகளைப் பயன்படுத்தக் கூடாது. ஏனெனில் அவற்றைப் பயன்படுத்துவதால் கப்பி நொறுங்கிவிடலாம்; அல்லது உருளைகளின் அடியிலிருந்து கப்பி தெறித்து விழுவதால் நெளிந்த மேற்பரப்பு உருவாகலாம்,

தண்ணீரைத் தேவைக்கு அதிகமாகப் பயன்படுத்தாமல் வேண்டிய அளவு மட்டும் பயன்படுத்தவேண்டும். அப்படியில்லாவிடில் நிலத்தளம் மென்மையடைகின்றது: இறுதியாக உகந்த ஈர அடக்கத்தில் உருளையைக்கொண்டு திண்மைப் படுத்தவேண்டும்.

சிறகு—முனையுருவில் பரப்புதல்

11-33. இம் முறையில் கப்பி மையப்பகுதி உயர்ந்தும் விளிம்புப் பகுதிகள் தடிப்புக் குறைந்தும் காணப்படும். நிலத்தளத்தின் மேல் பள்ளம் ஏதும் வெட்டாமல், நேரிடையாகக் கப்பியைப் பரப்பவேண்டும். கப்பியைப் பரப்பும்போது தேவையான மேல் வாட்ட வளைவு, அகலம் போன்றவற்றினை அமைத்து, ஈரப்படுத்தி, முன்னர்க் கூறியதைப்போன்று திண்மைப்படுத்த வேண்டும்.

ஒப்பிடுதல்

11-34. நீரை எளிதில் உட்புகவிடா இயல்புடைய நிலத்தளப் பகுதிகளில் சிறகுமுனை அமைப்பே இவ் விரண்டனுள் சிறந்ததாகும். சிறகுமுனை அமைப்பில், பக்க வடிகால்களை நோக்கி நீர் எளிதில் வழிந்தோடிவிடும். ஆகவே பள்ளங்களின் பக்கங்களில் நீர் வடிகால்களை நோக்கி ஓடுவது தடுக்கப்படுவதால், 'பள்ளத்தின் மேல் பரப்பும் முறையில் வடிமானம் திருப்திகரமாக இருப்பதில்லை. இருப்பினும், சிறகுமுனை அமைப்பினைக்காட்டிலும் பள்ளத்தின் மேல் பரப்பும் முறை உறுதியானது; எளிதில் உடைவதில்லை.

11-35. இரண்டு அடுக்குகளில் கப்பி அமைக்கப்படவேண்டியிருந்தால், இவ்விரு முறைகளையும் ஒருங்கிணைப்பது சாலச் சிறந்த செயலாகும். அடி அடுக்கை 'பள்ளத்தின் மேல் பரப்பும்' முறையிலும், மேல் அடுக்கை 'சிறகுமுனை' அமைப்பு முறையிலும் கட்டலாம். இம் முறையில் சாலையின் விளிம்புகளிலும் தேவையான அளவிற்குக் கப்பியின் தடிப்பு இருக்கும். மென்மையான களிமண் மேல் சாலை அமைக்கப்பட வேண்டியிருந்தால், சாலையின் 'கட்டமைவு அகலம்' முழுமையும் கப்பியிடுதல் நன்று. ஒரு நெறிப் பாதையுள்ள சாலைகளிலும், மிகுதியாக மழை பொழியும் இடங்களிலும் மேற்கூறிய வண்ணம் கப்பியிடுதல் அவசியமாகும்.

கப்பிச்சாலையின் பண்புகள்

11-36. நல்ல நிலையிலுள்ள கப்பிச்சாலை கரடு முரடின்றியும் ஓரளவு மீட்சியல் பண்புள்ளதாயும் (Resilient), பார்வைக்கும்

பயணத்திற்கும் இனியதாயும் விளங்கும். கப்பிச் சாலைகளில் ஊர்திகள் செல்வதற்கு எளிதாகவும், மிகையற்ற வேகங்களில் ஊர்திகள் செல்லும்போது வழுக்காமலும் இருக்கும். எனினும், தொடர்ந்து ஈரமாக உள்ள காலத்திலும், நீர் வடிமானம் நல்ல நிலையில் இல்லாதபோதும், கப்பிச் சாலைகள் மென்மையடைகின்றன. உலர்பருவத்தில், கப்பிச் சாலைகளில் எளிதில் தூசி படிந்துவிடும். நாளொன்றிற்கு 350 முதல் 400 வரை ஊர்திகள் செல்லும் இடங்களுக்குக் கப்பிச் சாலைகள் ஏற்றவையாகும். போக்குவரவு நடமாட்டம் மிகுதியாகி விடும்போது, கப்பிச் சாலைகளையே அடித்தளமாகப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

பராமரிப்பு (Maintance of Gravel road)

11-37. கப்பிச் சாலையின் மேற்பரப்பை கரடு முரடின்றி வைத்திருத்தல், அதில் சிறுசிறு குழிகள் இல்லாமல் பார்த்துக் கொள்ளுதல் ஆகியவை கப்பிச் சாலைகள் பராமரிப்பில் அடங்கும். சிறுசிறு குழிகள் விழுந்ததும் பழுது பார்த்தலும், கப்பி தேய்வுற்றும், சிதறியும் உள்ள பகுதிகளில் புதிய கப்பியைக்கொண்டு புதுப்பித்தலும் அவசியமாகும். இதற்கென்றே பணியாளர்களை (Gang Coolies) வைத்திருத்தல் நலம். சாலையின் நீளம் அதிகமாக இருந்தாலும், பணியாள்கள் எளிதில் கிடைக்காதபோதும், விரைந்து வேலையை முடிக்க வேண்டியிருந்தாலும், இயந்திரங்களின் உதவியை நாடலாம். புலம் கிளர்கருவி (Scarifier), இழைப்புப் பொறி (Planer), போன்ற இணைப்புக் கருவிகள்கொண்ட செதுக்குப்பொறியை இதற்கெனப் பயன்படுத்தலாம். சாலை ஈரமாய் இருக்கும் சமயங்களில் செதுக்குப் பொறியைப் பயன்படுத்தலாம். சாதாரணமாகச் செதுக்குதல், சமப்படுத்தல், திண்மைப் படுத்தல் போன்ற செயல்களே போதுமானதாகும். சிற்சில சமயங்களில் சாலைப்பரப்பு ஒழுங்கற்றும், வெட்டப்பட்டும் காணப்பட்டால், நிலைமைக்குத் தக்கபடி 3 அங்குலம் ஆழத்திற்கோ அல்லது அதற்கு அதிகமாகவோ மண்ணைக் கிளற வேண்டும். பிறகு தேவையான இடங்களில் கப்பியிட்டு நிரப்பிப் புத்துரு கொடுத்து, இழைப்புப் பொறிகொண்டு சமப் படுத்தி, உருளைகளைக்கொண்டு திண்மைப் படுத்தவேண்டும். வடிமான நிலைமைகளை விழிப்புடன் கவனித்துக் கொள்ள வேண்டும். மேல் வாட்ட வளைவையும் நன்கு கவனித்துக் கொள்ளவேண்டும். மழைக் காலத்தில் சாலையின் ஊர்தி வழியில் எந்த ஒரு பகுதியிலும் நீர் தங்க இடம் இருக்கக்கூடாது. எனவே, பழுதுபார்க்கும் பணியையும், பராமரிப்புப்பணியையும் காலத்தால் செய்யவேண்டும். அவ்வாறு செய்யாவிடில்,

'நகத்தால் கிள்ளாததைப் பின் கோடாரி கொண்டுதான் வெட்டவேண்டும்' என்னும் பழமொழிக் கிணங்க, சாலைமிகக் குறுகிய காலத்தில் விரைந்து கெடும்., பழுதுபார்த்தலுக்கும், பராமரிப்புச் செய்தலுக்கும் பன்மடங்கு செலவாகும்.

பதப்படுத்தப்பட்ட கப்பிச்சாலை

11-38. சற்று மிகையான போக்குவரவு நடமாட்டமுள்ள கப்பிச் சாலைகளை நிலக்கீல் எண்ணெயைக்கொண்டு பதப் படுத்தல் நன்று. முதலில் சாலை மேற்பரப்பிலுள்ள நுண் தூசுகளை நீக்கி, 100 ச. அடிக்கு 20 முதல் 29 பவுண்டு என்ற வீதத்தில் நிலக்கீல் எண்ணெயை இரண்டு அல்லது மூன்று படலமாக (Coating) இடவேண்டும். மண் சாலைக்குப் பயன் படுத்தப்படும் எண்ணெய் வகையினையே இதற்கும் பயன் படுத்தலாம். கட்டுமான வேலை முடிந்து ஓராண்டு கழித்தே, எண்ணெய் இடவேண்டும்.

11-40 கால்சியம் குளோரைடும் (Calcium Chloride) பதப் படுத்தப் பயன்படுகிறது. 100 சதுர அடிக்கு 10 முதல் 15 பவுண்டு வரை கால்சியம் குளோரைடைப் பயன்படுத் தலாம். மண் சாலைகளில் பயன்படுத்துவதைப் போன்றே கப்பிச் சாலைகளிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

12. உறுதிப்படுத்தப்பட்ட மண் சாலைகள்

(Stabilized Soil Roads)

உறுதிப்படுத்தப்பட்ட மண் சாலைகள்

12–1. இயற்கையில் மணல் போன்ற பருவெட்டான பொருள்களும், களிமண் போன்ற ஒட்டும் இயல்புடைய பொருள்களும் எங்கும் விரவியும் மிகுந்தும் காணப்படுகின்றன. மேலும் மணல் நிறைந்த பகுதிகளில் களிமண் குறைந்தும், களிமண் நிறைந்த பகுதிகளில் மணல் குறைந்தும் இருப்பது இயல்பே. மேலும் இவ்விரண்டு வகை பொருள்களும் தனித் தனியே போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் எடையைத் தாங்கும் இயல்புடையன அல்ல. சான்றாக, மணல் மட்டுமே கொண்ட சாலையில் ஒட்டும் இயல்பு இல்லாமையால், செங்குத்தான எடையின் கீழ் மணல் சிதறிவிடும். களிமண் மட்டுமே உள்ள சாலையில் மழைக்காலத்தில் பரும அளவு அதிகரிப்பதும், போக்குவரவு நடமாட்டத்தினால் நெளிவடைவதும் இயல்பே. எனவே, இவ்விரு பொருள்களையும் தனித்தனியாகப் பயன் படுத்தும் போது, நல்ல சாலை அமைக்க இயலுவதில்லை. எனவே இவ்விரு பொருள்களையும் குறிப்பிட்ட விகிதங்களில் கலந்து, அத்துடன் சிமெண்ட், சுண்ணும்பு, நிலக்கீல் ஆகியவற்றினை உடன் கலந்தோ கலக்காமலோ திண்மைப்படுத்தினால், உறுதி யான பரப்பு கிடைக்கின்றது. இவ்வாறு சாலை அமைவிடத்தின் அருகில் கிடைக்கும் திரளைகளுடன், இணைக்கும் தன்மை கொண்ட மண்ணையும் கலந்து, அத்துடன் பிற கலவைக் கூறு களைச் (Admixture) சேர்த்தோ சேர்க்காமலோ திண்மைப்படுத் தலையே 'உறுதிப்படுத்தல்' (Stabilization) என்கிறோம். போக்கு வரவு நடமாட்டத்தினால் இவ்வாறு உறுதிப்படுத்தப்பட்ட சாலைகள் தனது வடிவத்தையோ ஈர அடக்கத்தையோ எளிதில் இழப்பதில்லை.

12–2. சாலைகளைக் குறைந்த செலவில் உறுதிப்படுத்தப் பட்ட சாலை அருகிலும், அதன் இரு மருங்குகளிலும் மணல், களிமண் போன்றவை கிடைக்குமிடங்களை அறிதல் அவசியமாகிறது. எனவே, சாலை அமைப்பதற்கான இறுதி நிரல்படுத்துதற்கு (Alignment) முன்னர், இவை கிடைக்கு மிடங்களைப் பற்றிச் சுற்றுய்வு செய்தல் வேண்டும். பாறை பூமியின் மட்டத்திற்கு மேலிருக்கும் (Outerops) இடங்களைக் குறிக்கும் புவியியல் படங்கள், மண் வகையினைத் தரும் வேளாண்மையியல் படங்கள் (Agricultural Maps), புகைப் படங்கள் போன்றவற்றைச் சேகரித்தல் வேண்டும். இவற் றிேைடு, புலத்தில் மண்–சுற்றுய்வு நடத்துவதால் கிடைக்கும் தகவல்களையும் இணைத்து, நிலத்தளத்தின் தன்மையினையும், மண் தரு பள்ளங்களின் இயல்பினையும் அறியலாம். தவிரவும், ஆங்குச் சாலை அமைப்பதற்காகக் கிடைக்கும் பொருள்களின் தரத்தினையும், தன்மைகளையும் அறிய அவற்றின் ஆய்பொருள் மாதிரிகளில் புற இயல்புப் பகுப்பாய்வு (Mechanical analysis) துகள் அளவு பகிர்வு (Particle Size Distribution), திரவ வரம்பு, குழைவு வரம்பு, குழைவுக் குறியீட்டு எண் போன்றவற்றினையும் திண்மை சோதனை மூலம் 'ஈரம்–அடர்த்தி'-இவ் விரண்டினுக்கு முள்ள தொடர்பினையும் நிர்ணயிக்க வேண்டும்.

12-3. மேற்கூறிய சோதனைகளின் அடிப்படையில் சாலை கட்டுமானப் பொருள்களை இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்:

(1) திரளைகள் அல்லது மணிபோன்ற அமைப்புள்ளவை.

(2) பிணைக்கும் பொருள்கள் அல்லது களிமண் வகை.

பொதுவாகக் கூறுமிடத்து ASTM வலை எண் 50 வழியாகக் கடந்து செல்லக் கூடியதாகவும், ASTM வலை எண் 200-ல் தங் கக்கூடியதாகவும் உள்ள பொருள்களைப் பருவெட்டான பொருள் கள் எனவும் ASTM வலை எண் 200 வழியே செல்லக்கூடிய பொருள்களைக் களிமண், வண்டல் மண் வகை எனவும் பிரிக் கலாம். இந்நுண் மண்வகை ஒட்டும் தன்மையுள்ளதாகவும், துகள்களைப் பிணைக்க வல்லதாகவும், ஈரத்தை வைத்திருக்கும் தன்மையுள்ளதாகவும் இருக்கும். திரளைக்கு அதிக ஓரலகு எடை, சிறந்த வடிமானப் பண்புகள், புற இயல்பு உறுதிப்பாடு (Mechanical Stability), குறைந்த நுண்புழையேற்றம், ஈர அடக்க வேறுபாடுகளால் பரும அளவு அதிகமாக மாறுபடாமை போன்ற குணங்களுண்டு. ஆயின், இணைக்கும் மண் வகை களுக்கோ (களிமண் போன்றவை) குறைவான ஓரலகு எடை,

மோசமான வடிமானப் பண்புகள், ஈரமாக உள்ளபோது குறைந்த தாங்கு சக்தி பெற்றிருத்தல், அதிக நுண்புழை யேற்றம், மிகுதியாகச் சுருங்குதல்—உப்புதல் போன்ற இயல்பு களிருக்கும்.

மண்ணை உறுதிப்படுத்தப் பயன்படும் கலவைக் கூறுகள் (Admixtures)

12-4. சில சமயங்களில் மண்ணை உறுதிநிலைப்படுத்தத் திரளையையும், பிணைப்பான்களையும் தவிர வேறு சில கலவைக் கூறுகளையும் பயன்படுத்துகிறோம். இவை மண்ணிற்கு வழங்கும் குணங்களின் அடிப்படையில் பிரிக்கப்படுகின்றன. அவை யாவன:

(i) ஒருங்கிணைக்கும் பொருள்கள் (Cementing Materials): இவ்வகைப் பொருள்கள் மண்ணை நன்கு பிணைப்பதன் மூலம் அதற்கு உறுதியை அளிக்கின்றன. போர்ட்லண்ட் சிமெண்ட், சுண்ணும்பு, சோடியம் சிலிகேட் போன்றவை ஒருங்கிணைக்கும் பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன.

12-5. போர்ட்லண்ட் சிமெண்ட் நீருடன் வேதியியல் முறையில் இணைந்து (Hydration) செயல்படுவதன் மூலமாயும், களிமண்ணின் தாதுப் பொருள்கள் ஓரளவு மாற்றியமைப்பதன் மூலமாயும் உறுதி நல்குகிறது. சுண்ணும்பு மண் துகள்களின் மேற்புறம் சூழ்ந்திருக்கும் மெல்லிய நீர்த்திரையின் (Water Film) தடிப்பைக் குறைத்து, வேதியியற் முறையில் செயல் புரிவதன் மூலம் மண்ணுக்கு உறுதி அளிக்கிறது. சுண்ணும்பு - தழற் சாம்பல் (Fly-Ash) இவ்விரு பொருள்களின் கலவையும் பசோலோனு வினையைத் (Pozzolonic Action) துரிதப்படுத்துவதன் மூலம், களிமண்ணின் தாதுப்பொருளை மாற்றியமைப்பதன்மூலம் மண்ணிற்கு உறுதியை அளிக்கிறது. சோடியம் சிலிகேட்டைப் பயன்படுத்தினல், களிபோன்ற (Gel) அமைப்பு உருவாகிறது. இஃது இறுகியதும் மண் உறுதிப்படுகிறது.

மாற்றுமங்கள் (Modifiers)

12-6. இவை மண்ணின் குழைவுத் தன்மையை ஓரளவிற்கு முன்னேற்றமுறச் செய்கின்றன. இவற்றல் மண்ணின் உறுதி அதிகரிக்கலாம் அல்லது அதிகரிக்காமலும் இருக்கலாம். சிமெண்ட், சுண்ணும்பு ஆகியவை மண் துகள்களின் மேலுள்ள நீர்த்திரையைக் குறைத்து, ஓரளவு களிமண் தாதுப் பொருள்களை மாற்றியமைத்து, களிமண்ணின் குழைவுக் குறி

யீட்டு எண்ணைக் குறைத்து, மண்ணின் தன்மைகளில் முன்னேற்றமுண்டாக்குகின்றன.

(iii) நீர்க் காப்புப் பொருள்கள் (Water-Proofing Agents)

12-7. நிலக்கீல் பொருள்கள் மண் துகள்கள் மீதும், திரளையின் மீதும் மேற்படலமாக அமைவதால், அவற்றின் ஈர ஈர்ப்புத்திறன் குறைக்கவோ முழுமையாகத் தடுக்கவோ இயலுகிறது. குழைவுத் தன்மையுள்ள குழைவுச் சவ்வுகள் (Plastic Membranes) இதற்கெனப் பயன்படுகின்றன. இயற்கையாக உள்ள ஈர அடக்கம் போதிய அளவு இருந்து, ஈர்ப்பு ஈரத்தினுல் விளையும் (Sorption of Moisture) அதிக ஈர அடக்கத்தினுல் அதன் உறுதித்தன்மை குலையும் இடங்களில் நீர்க் காப்புப் பொருள்களைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

(iv) நீர் தேக்கும் பொருள்கள் (Water-Retaining Agents)

12-8. மணல் போன்ற பருவெட்டான பொருள்களில் அதிக ஈரம் தங்குவதில்லையாதலால், அவ் வகைப் பொருள்கள் மிக்க சாலையை நன்கு உறுதிப்படுத்த இயலுவதில்லை. ஆகவே, கால்சியம் குளோரைடு, சோடியம் குளோரைடு போன்ற வேதியியற் பொருள்களை இதற்கெனப் பயன்படுத்துகின்றனர். இவை ஈரத்தைத் தேக்குவதுடன், மண்ணிலுள்ள தண்ணீர் ஆவி அழுத்தத்தினையும் (Vapour Pressure) குறைக்கின்றது.

(v) மற்ற பொருள்கள் (Miscellaneous Agents)

12-9. லிக்னின்(Lignin), சர்க்கரைக் கழிவுப் பாகு (Molasses) ரெசின்கள் (Resins) போன்றவற்றையும் சாலையை உறுதிப் படுத்தப் பயன்படுகின்றன. மேற்கண்ட கலவைக் கூறுகளை [12-4—12-8] பயன்படுத்தவேண்டிய விதத்தினையும், விளைவுகளையும் பற்றி இனிக் காண்போம்,

மண்ணை உறுதிப்படுத்தும் வகைகள்

12-10. கீழ்க்காணும் முக்கியமான முறைகள் நெடுஞ்சாலை அமைப்பதில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன :

(1) புற இயல்பு—உறுதிப்படுத்தல் (Mechanical Stabilization).

(2) வேதியியல் முறையால் உறுதிப்படுத்தல் (Chemical Stabilization).

(3) சிமெண்ட்டால் உறுதிப்படுத்தல்(Cement Stabilization).

(4) நிலக்கீலார்ந்தவைகளால் உறுதிப்படுத்தல் (Bituminous Stabilization).

(5) மற்ற முறைகளால் உறுதிப்படுத்தல்:

(i) வெப்பசக்தியால் உறுதிப்படுத்தல்.

(ii) மின் சக்தியால் உறுதிப்படுத்தல்.

போன்றவை.

புற இயல்பு—உறுதிப்படுத்தல்

12-11. புற இயல்பு உறுதிப்படுத்துதலை 'பருவெட்டான பொருள்களை உறுதிப்படுத்தல்' என்கின்றனர். சாலையின் உறுதி நிலைப்பாட்டிற்கு, விழிப்புடன் தரநிலைப் படுத்தப்பட்ட மண் கலவையை மட்டுமே சார்ந்திருக்குமாறு அமைக்கப்படும் முறையினையே 'புற இயல்பு—உறுதிப்படுத்துதல்' என்கிறோம். மண் திரட்சி முழுமையும் நல்ல முறையில் செயல்பட வேண்டுமானால், அதன் ஆக்கக்கூறுகள் ஒவ்வொன்றிற்கும் ஒவ்வொரு பயன் இருக்கவேண்டும். குறிப்பிட்ட தொரு பயனுக்கு மண்ணின் எந்த ஓர் இயல்பு ஏற்றதெனக் கருதுகின்றோமோ அவ் வியல்பினைப் பொறுத்து சிறந்த மண் கலவையின் கூறுகளும் அமையுமாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். சான்றாக, நிலத்தளத்திற்கு மண் கலவையின் உறுதி முதன்மையானதாகும்; அழுந்தாத தன்மை அதற்கு அடுத்ததுதான். ஆனால், பெரும் நிரப்புகளில் (Fills) அழுந்தாத தன்மை முதன்மையாகவும், உறுதி அடுத்தும் இருக்கின்றன.

12-12. மண்ணின் வலிவும்(Strength), அழுந்தும் தன்மையும் (Compressibility) அதன் அடர்த்தியைச் சார்ந்தே உள்ளன. மண்ணின் அடர்த்தியை அதிகரிப்பதன் மூலம் மண் வலிவு அதிகரிக்கின்றது, அழுந்துந்திறன் குறைகிறது எனச் சோதனைச் சாலைகளில் நடத்தப்பெறும் ஆய்வுகளிலிருந்து தெரியவருகிறது. வேறு விதமாகக் கூறினால், இரண்டுவித மண் வகையினை ஒரே முறையில் அழுத்தும்போது, அடர்த்தி அதிகமுள்ளது. அதிக விழிப்புடனும், குறைந்த அழுந்துந் திறனுடனும் விளங்கும். எனவே, மிக அதிக அடர்த்தியினைத் தரும் மண் கலவையைத் தீர்மானிப்பதே புற இயல்பு உறுதிப் படுத்துவதற்கு அடிப்படையாகும்.

12-13. புற இயல்பு உறுதிப்படுத்துதலில் மண்ணின் அடர்த்தி மிகவும் முக்கியமானதொன்றாதலில், மிக அதிக

அடர்த்தி கிடைக்குமாறு மண்ணைத் தரநிலை செய்யவேண்டும். பருவெட்டான திரளை. மணல், வண்டல் மண், களிமண் ஆகிய மிக அதிக அளவிலிருந்து மிகக் குறைந்த அளவு வரை எல்லா அளவுகளும்கொண்ட துகள்களைத் தக்க விகிதத்தில் கலத்தலே தரநிலைப்படுத்துதல் எனப்படுகிறது. இவ்வாறு தரநிலைப் படுத்தப்பட்டக் கலவையில் பருவெட்டான பொருள்களிடையே உள்ள வெறுமைப்பகுதியை மணல் நிரப்புகிறது; மணலிலுள்ள வெறுமைப்பகுதியை வண்டல் மண், களிமண் ஆகியவை நிரப்புகின்றன. இம் முறையினால் கிடைக்கப்பெறும் கலவை, திண்மைப்படுத்தப்பட்ட பின்னர் மிக அதிக அடர்த்தியைப் பெற்றிருக்கும்.

12-14. இம் முறையில் வேதியியற் பொருள்களைப் பயன் படுத்துவதில்லை. இயற்கையில் கிடைக்கும் மண்ணின் வகையிலேயே எல்லா அளவு துகள்களும் தக்க விகிதத்தில் கலந்திருப்பின், புற இயல்பு உறுதிப்படுத்தல் எளிதாகிறது. இவ்வாறு இயற்கையிலேயே தரநிலை செய்யப்படாத இடங்களில் சாலை தேர் விடத்திற்கு அண்மையிலுள்ள இடங்களிலிருந்து மண்ணைக் கொண்டுவந்து உள் உராய்வும் (Internal Friction), ஒட்டியல்பும் (Cohesion) தக்க விகிதத்தில் இருக்குமாறு அவற்றைக் கலந்து பயன்படுத்தவேண்டும். இம் முறையில் சாலையின் மேற்புற அடுக்குகள், அடித்தள அடுக்குகள் ஆகியவற்றினை உறுதிப் படுத்தலாம். உலர்பருவத்தில் தூசு எழாமலிருக்கவும், ஈரம் மேலிருந்து சாலையினுள் நுழைவதைக் குறைக்கவும், ஒட்டியல் பிற்காக வேண்டிய அளவு ஈரத்தைத் தேக்கவும், சாலை மேற் புறத்திற்குப் பயன்படுத்தப்படும் மண் கலவையிலே அடித் தளத்திற்குப் பயன்படுத்தப்படும் மண் கலவையில் இருப்பதைக் காட்டிலும் அதிக அளவு நுண்துகள்கள் இருக்கவேண்டும். மேலும், சாலை மேற்புறத்தில் உராய்வினால் விளையும் தேய்மானம் குறைவாக இருக்கவும், அதன் அடித்தளம் வலிவுடன் விளங்கவும், தக்கபடி மண் கலவையைத் தரநிலைப்படுத்த வேண்டும்.

புற இயல்பு—உறுதிநிலைப்பாடு கீழ்க்காணும் காரணக் கூறுகளால் பாதிக்கப்படுகின்றது:

(i) திரளைகளின் புற இயல்பு உறுதி (Mechanical Strength).

(ii) பொருள்களில் காணப்படும் தாதுப் பொருள்களின் இயைபு (Composition). இதைப் பொறுத்துத்தான் அவை இயனிலைச் செயலினைத் (Weathering Action) தடுக்கும் ஆற்றல் அமைகின்றது.

(iii) பருவெட்டான பொருள்கள், பிணைப்பான்கள் ஆகிய வற்றின் துகள் அளவு பகிர்வு.

(iv) ASTM சல்லடை எண் 40-ல் கடந்துசெல்லக் கூடிய துகள்களின் குழைவு குணங்களைக்கொண்டு தீர்மானிக் கப்படும் மண்—கலவையின் பண்புகள்.

(v) புலனில் செய்யப்படும் திண்மையின் அளவு.)

12-15. மண் கலவையைத் தரநிலைப்படுத்த பொதுவாகக் கீழ்க்காணும் பத்து சல்லடைகளைப் பரிந்துரை செய்துள்ளனர்:

ASTM வகுத்துரையில் காணப்படும் சல்லடைகள்:

2″, $1\frac{1}{2}$″, 1″, $\frac{3}{4}$″, $\frac{3}{8}$″

சல்லடை எண்கள்: 4, 10, 20, 40, 200.

அல்லது,

B. S. வகுத்துரைகளில் காணப்படும் சல்லடைகள்:

3″, $1\frac{1}{2}$″, $\frac{1}{4}$″, $\frac{3}{8}$″, $\frac{3}{16}$″.

சல்லடை எண்கள்: 7, 14, 25, 52, 100 ஆகியவை.

அமைப்பாண்மை செய்யப்பட்ட கலவையில் அதிக அளவு அடர்த்திபெற, மேற்காணும் ஒவ்வொரு சல்லடையிலும் குறிப் பிட்டதொரு விகிதம் தங்கவேண்டும். ஃப்யுல்லர் (Fuller) விதிப்படி தரநிலை செய்யப்பட்ட மண் மிக அதிக அடர்த்தியைப் பெற்றிருக்கும் எனக் கருதப்படுகிறது. எந்தவொரு சல்லடை வழியேயும் செல்லக்கூடிய துகள்களின் சதவீதம்

$$= 100 = \sqrt{\frac{D}{d}} .$$

இங்கு,

D = குறிப்பிட்ட சல்லடையிலுள்ள கண் (திறப்பு) அளவு.

d = கடந்து செல்லும் மிகப்பெரிய துகளின் அளவு.

12-16, அட்டவணை 11-1-ல் சாலையின் மேற்புற அடுக்குகள் அடித்தளம் ஆகியவற்றிற்குப் பயன்படுத்தப்படும் துகள் அளவு பகிர்வுக்கான அமெரிக்க தற்காலிக வரம்புகள் கொடுக்கப் பட்டுள்ள. துகளின் மிக அதிக அளவினைப் பொறுத்து தர நிலைகள் A,B,C ஆகிய மூன்றனுள் ஏதேனும் ஒன்றினைப் பயன் படுத்தலாம். அட்டவணையில் காணப்படும் விகிதங்களின்படி

தயாரிக்கப்பட்ட மண் கலவை, ஃப்யுல்லர் விதியுடன் பெருமளவு ஒத்துப் போகிறது.

அட்டவணை 11-1.

சாலையின் மேற்புற அடுக்குகள், அடித்தளங்கள் ஆகியவற்றிற்குப் பயன்படத்தக்க துகள் அளவு பகிர்வு வரம்புகள் (தற்காலிகமானவை)—ASTM.

புற இயல்பு உறுதி நிலைப்படுத்தல்

ASTM சல்லடை எண்	கடந்து செல்லும் சதவீதம்				
	தரநிலை A (மணல்–களிமண்) அடித்தளம் அல்லது மேற்புறம்	தரநிலை B (கப்பி–மணல்–களிமண்)			தரநிலை C அடித்தளம் அல்லது மேற்புறம்
		அடித்தளம்		மேற்புறம்	
		மிக அதிக அளவு 2″	மிக அதிக அளவு 1″		
2″	—	100	—	—	—
$1\frac{1}{2}$″	—	70–100	—	—	—
1″	—	55–85	100	100	—
$\frac{3}{4}$″	—	50–80	70-100	85-100	100
$\frac{3}{8}$″	—	40–70	50–80	65-100	—
எண் 4	—	30–60	35-65	55–85	70-100
எண் 10	100	20–50	25-50	40-70	35–80
எண் 20	55–90	—	—	—	—
எண் 40	35–70	10-30	15-30	25–45	25-50
எண் 200	8–25	5-15	5–15	10-25	8–25

12-17. அட்டவணை 14-1-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள தரநிலைகள் எல்லாச் சூழ்நிலைகளிலும் ஏற்றதாயில்லை. இவற்றிற்கென சில வரம்புகள் உள. பொதுவாகச் சாலை அமையவிருக்கும் இடத்திலேயே கிடைக்கும் மண் வகையிளேடு வெளியிடத்திலிருந்து பெறப்படும் மண்ணையும் தகுந்த அளவில் A, B, C தரநிலைகளுள் ஏதேனும் ஒன்றிற்கு இசைவாகக் கலத்தல் நன்று. இது பல வழிகளில் செய்யப்படுகின்றது. இவ்வாருன 'கலவை-அமைப்பாண்மை'களுள் (Mix-Design) சிலவற்றைப் பற்றி சற்றுக் காண்போம்.

தேர்வாய்வு முறை (Method of Trials)

12-18. இம்முறையில் சோதனைக்கென பல கலவைகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இக் கலவைகளது ஆக்கக் கூறுகளின் விகிதங்களை அனுபவத்தின் அடிப்படையில் தேர்ந்தெடுக்கின்றனர். இக் கலவைகளைப் பின்னர்ச் சோதனைக்குட்படுத்துகின்றனர். குழைவுத்தன்மை, தரநிலை ஆகியவற்றிற்கான தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்யும் சிறந்த கலவையினைப் புலத்தில் பயன்படுத்தத் தேர்ந்தெடுக்கின்றனர். வல்லுநர்கள் முதல் அல்லது இரண்டாம் தடவையிலேயே சிறந்த கலவையினை எளிதில் தேர்ந்தெடுக்கின்றனர். ஆனல், அனுபவம் குறைந்த பொறியாளர்களுக்கு இம்முறையைப் பயன்படுத்தி தேர்ந்தெடுக்க நீண்ட நேரம் பிடிக்கும். அவர்களுக்குப் பின்வரும் முறைகள் தேர்ந்தெடுப்பதில் பெரிதும் உதவுகின்றன.

(a) சல்லடை பகுப்பாய்வின் அடிப்படையில் கலத்தல் (Combining on the Basis of Sieve Analysis)

12-19. இம் முறையில், வகுத்துரைகளுக்கேற்ப கணித சூத்திரங்களின் அடிப்படையிலோ வரைபடங்களின் அடிப்படையிலோ தரநிலை செய்யப்படுகிறது. வரைபட முறைகளுள் ரோத்ஃப்யுக்ஸ் (Rothfuchs) என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட வரைபடமுறையே பெரிதும் பயன்படுகின்றது. இம்முறை எளிதானது, விரைவானது. ஆக்கக்கூறுகள் அதிக அளவு இருப்பினும் பயன்படுத்தத்தக்கது. இம் முறை வருமாறு:

(i) தேவைப்படும் திரளையின் துகள் அளவுப்பகிர்வின் வளர்வளைவு (Cumulative Curve) வரையப்படுகிறது. வளர்வளைவை வரைவதற்கான வரைபடத்தின் நிலைத்தூரம் சாதாரண வரைபடங்களுக்கு உள்ளது போன்று நேரிய இயல்புடையது (Linear ordinates). நிலை அச்சில், கடந்து செல்லும் பொருளின் அளவு

சதவீதத்தில் குறிக்கப்படுகிறது. துகள் அளவுப் பகிர்வு நேர்கோடாக வருமாறு கிடை அச்சில் சல்லடை அளவு குறிக்கப்படுகின்றது. [சாய்வுக்கோடு ஒன்றினை வரைந்து அதன்மேல், கடந்து செல்லும் பொருளின் வெவ்வேறு அளவுகளுக்கு (சதவீதத்தில்) ஒத்த புள்ளிகளைக் குறிப்பதன்மூலம் மேற்கூறியவாறு செய்ய இயலுகிறது].

(ii) இந்த அளவுத் திட்டத்தில் (Scale) கலக்கப்பட வேண்டிய திரளைகளின் துகள் அளவுப்பகிர்வு வளைவுகள் வரையப்படுகின்றன. பொதுவாக இவை நேர்கோடுகளாக இருப்பதில்லை.

(iii) ஒளிபுகும் இயல்புடைய (Transparent) நேர் விளிம்பின் உதவியால் ஒவ்வொரு திரளையின் துகள் அளவுப் பகிர்வு வளைவுகளுக்கு ஈடான தோராயமான நேர்கோடுகளை வரைய வேண்டும். இவ்விதம் வரையும்போது நேர்கோட்டிற்கும், வளைவிற்கும் இடையே உள்ள பரப்பு நேர்கோட்டின் இருபுறமும் ஏறத்தாழ சமமாக இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

(iv) இவ்விதமாகக் கிடைக்கும் நேர்கோடுகளின் எதிர் முனைகள் ஒன்றாக இணைக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு இணைக்கும் கோடுகள் தேவைப்படும் கலவையின் கோட்டினைப் பல இடங்களில் வெட்டும். இப் புள்ளி களிலிருந்து கலவையின் ஆக்கக் கூறுகளுக்கான விகிதங்களை வரைபடத்திலிருந்து பெறலாம். இவ்வாறு ஏதேனும் ஒரு முறையைப் பின்பற்றி தரநிலை செய்த பின்னர், அதிலிருந்து ஆய்விற்காகச் சிறிதளவு எடுத்து திரவ வரம்பு, குழைவுக் குறியீட்டு எண் ஆகியவற்றைத் தீர்மானிக்கின்றனர். திரவ வரம்பு, குழைவுக் குறியீட்டு எண் ஆகிய இவ்விரண்டும் புலத்தின் தேவைக்கேற்ப இருக்கவேண்டும்.

(b) குழைவுக் குறியீட்டு எண்ணின் அடிப்படையில் கலத்தல் (Combining on the Basis of Plasticity)

12-20. இம் முறையில் கலவையின் குழைவுக் குறியீட்டு எண் (PI) அனுமதிக்கக்கூடிய நெடுக்கத்திற்குள் இருக்கும் வண்ணம் கலவையின் ஆக்கக் கூறுகள் விகிதங்களை அமைக் கின்றனர். இவ்வாறு அமைத்த பின்னர், அக் கலவையின்

குழைவுக் குறியீட்டு எண் எதிர்பார்த்த அளவு உள்ளதா என்றும், திரவ வரம்பு அனுமதிக்கப்பட்டுள்ள எல்லேக்குள் உள்ளதா எனவும், தர நிலே வகுத்துரையில் உள்ளவாறு இருக்கின்றதா எனவும் அறிய சோதனைகள் நடத்தப்படுகின்றன.

12-21. கலவை ஆக்கக் கூறுகளின் விகிதங்களேத் தீர்மானிக்க எந்த முறையை மேற்கொண்டாலும், மாதிரிப் பொருளேத் தயாரித்து அதன் தர நிலேயைச் சல்லடைப் பகுப்பாய்வின்மூலம் அறிய வேண்டுவது அவசியமாகும். ASTM சல்லடை எண் 40 வழியே செல்லும் நுண் துகள்களின் குழைவுக் குணங்களேயும் கண்டறிய வேண்டும். அடித்தளங்களுக்குப் பயன்படும் நுண் துகள்களின் திரவ வரம்பு 25–க்கு மிகாமலும், குழைவுக் குறியீட்டு எண் 6-க்கு மேற்படாமலும், இருத்தல் வேண்டும். மேற்பரப்பிற்கு திரவ வரம்பு 35–க்கு அதிகமாகவும், குழைவுக் குறியீட்டு எண் 4 முதல் 9 வரையிலும் இருத்தல் வேண்டும்.

வேதியியல் முறையால் உறுதிப்படுத்தல்

12–22. மணல் போன்ற பருவெட்டான பொருள்களும், களிமண் போன்ற நுண் துகள் பொருள்களும் சாலே அமைவிடத்திற்கு அருகில் குறைந்த செலவில் கிடைக்குமிடங்களில் புற இயல்பு-உறுதி நிலேப்படுத்தல் சிறந்ததாகும். ஆனல், இயற்கையில், மணல் நிறைந்த பல இடங்களில் களி மண் குறைந்தும், களி மண் நிறைந்த பகுதிகளில் மணல் குறைந்தும் காணப்படுகின்றது. இவ்வாருன இடங்களில் புற இயல்பு–உறுதி நிலேப்படுத்தும் முறை சிக்கனமானதல்ல. எனவே, இதுபோன்ற இடங்களில் வேதியியல் பொருள்களேப் பயன்படுத்திச் சாலேயை உறுதிப்படுத்தலாம்.

12–23. கீழ்க்காணும் கலவைக் கூறுகள் மண்ணுடன் வேதியியல் முறையில் செயல்புரிந்து, அதன் அடிப்படைக் குணங்களே மாற்றி, அதனே உறுதிப்படுத்துகின்றன:

(1) சுண்ணும்பு
(2) கால்சியம் குளோரைடு
(3) சோடியம் குளோரைடு
(4) ரெசின் வகை
(5) சோடியம் சிலிகேட்
(6) லிக்னின்
(7) கழிவுப்பாகு.

இவற்றுள், நம் நாட்டில் மிகுதியாக உள்ள கரிசல் மண் (Black Cotton Soil) போன்ற மிக நுண்ணிய களி மண் வகைகளுக்குச் சுண்ணும்பு மிகவும் ஏற்ற பொருளாகும். நடைமுறையில் 2 முதல் 10 சதவீதம் வரை சுண்ணும்பு சேர்ப்பதால், சிறந்த விளைவுகள் ஏற்படுவதாக அறிகிறோம். மலிவாகக் கிடைப்பினும், சுட்ட சுண்ணும்பு (Quick Lime) தோலில் எரிச்சல் (Burning) உண்டாக்குவதால், அதனைக் காட்டிலும் எளிதில் பயன்படுத்தக்கூடிய நீர் சுண்ணும்பு (Hydrated Lime) சிறந்ததாகும்.

12–24. சுண்ணும்பு மண்ணுடன் வேதியியல் முறையில் செயல்புரிந்து, கீழ்க்காணும் விளைவுகளை உண்டாக்குகின்றது:

(a) மண் துகள்களைச் சுற்றியுள்ள நீர்த்திரையைக் குறைக்கிறது. இதனுல் மண்ணின் குழைவுக் குறியீட்டு எண்ணும், சுருங்கும் தன்மையும் பெருமளவு குறைகிறது. கால்சியம் அயனிகள் (Ions) ஒட்டும் தன்மையுள்ள மண்ணின் குழைவைக் குறைக்கின்றன. இதனுல் இம் மண்ணை எளிதில் பயன்படுத்த முடிகிறது.

(b) சோடியத்தைக் கால்சியம் கொண்டு மாற்றுவதைப் போன்ற காரத்துவ பரிமாறுதல்களால் (Base exchange) மண் துகள்கள் தோய்ந்து விடுகின்றன (Coagulation). இதனுல் துகள் அளவில் சிறிதளவு முன்னேற்ற முண்டாகிறது.

(c) மண்ணிலுள்ள சிலிகா, அலுமினு ஆகியவற்றுடன் சுண்ணும்பு செயல்புரிவதால், பசலோனுவினை (Puzzolanic Action) நிகழ்கிறது. இதனுல் ஒட்டும் தன்மையுள்ள கால்சியம் அலுமினேசிலிகேட் உருவாகிறது. இஃது பதன்பட்ட பிறகு, காலப் போக்கில் மண்ணிற்கு உறுதியளிக்கிறது.

12-25. மேற்கூறிய விளைவுகளுடன் மண்ணின் பருமஅளவில் ஏற்படக்கூடிய மாறுபாடும் பெருமளவு குறைகிறது. மண் உப்புதல் (Swelling) சுமார் 80 சதம் வரை குறைக்கப்படுகிறது. நமது நாட்டில் பல பகுதிகளில் கரிசல் மண் நிறைந்துள்ளது. இது மழைக்காலங்களில் நீரை ஈர்ப்பதால், மிகவும் அதிக அளவு குழைவுத்தன்மை பெறுகின்றது; உப்புகின்றது. வெயிற் காலங்களில் நீர் ஆவியாவதால், சுருக்க முறுவதுடன் அகன்ற வெடிப்புகளும் தோன்றுகின்றன. இவ் வகை மண்ணுள்ள பகுதிகளில் சுண்ணும்புகொண்டு உறுதிநிலைப்படுத்துவதால் நல்ல பலன் உண்டாகிறது.

கால்சியம் குளோரைடு

12-26. 1931ஆம் ஆண்டிலிருந்தே புழுதியை மட்டுப் படுத்தும் பொருளாகக் கால்சியம் குளோரைடு பயன்படுத்தப் பட்டு வருகிறது. 1933ஆம் ஆண்டிலிருந்து புழுதியை மட்டுப் படுத்தும் பொருளாக மட்டுமன்றி, சாலையை உறுதிப்படுத்தும் பொருளாகவும் அது பயன்படுத்தப்படுகிறது. திரளை—களிமண் கலவை போன்ற பொருள்களை உறுதிப்படுத்த கால்சியம் குளோரைடு பயன்படுகிறது.

12-27. கால்சியம் குளோரைடைப் பயன்படுத்தும்போது மண்ணின் தரநிலையிலும் கவனம் செலுத்தவேண்டும். கால்சியம் குளோரைடைப் பயன்படுத்தும்போது இருக்கவேண்டிய தரநிலை, திரவ வரம்பு, குழைவுக் குறியீட்டு எண் ஆகியவை, புற இயல்பு உறுதிப்படுத்தல் முறைக்கான வகுத்துறைகளில் காணப்படும் வரம்புகளுக்கு உட்பட்டே இருக்கவேண்டும்.

12-28. கால்சியம் குளோரைடு ஈரம் உறிஞ்சும் தன்மையையும் ஈரம் உறிஞ்சிக் கரைந்துபோகும்(Deliquescence) தன்மையையும், குறிப்பிடத்தக்க அளவுகொண்ட ஒரு வேதியியற் பொருளாகும். கால்சியம் குளோரைடில் குறைந்த ஆவி அழுத்தம் உண்டு (Reduced Vapour Pressure). அதாவது தண்ணீரைக் காட்டிலும் மெல்ல ஆவியாகும் தன்மை கால்சியம் குளோரைடுக் கரைசலுக்கு உண்டு. எனவே, கால்சியம் குளோரைடுக் கரைசல் கலந்த மண் அதிக நேரத்திற்கு ஈரத்தை வைத்திருக்கும். மேலும், தண்ணீரைக்காட்டிலும் அதிக அளவு பரப்பு இழுவிசை (Surface Tension) கால்சியம் குளோரைடுக் கரைசலுக்கு உண்டு. கால்சியம் குளோரைடின் இக் குணங்களால் கீழ்வரும் விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன:

12-29. கால்சியம் குளோரைடுக் கரைசலுக்குக் குறைந்த ஆவி அழுத்தம் இருப்பதினாலும், அதிக பரப்பு, இழுவிசை பெற்றிருப்பதாலும், ஈரம் விரைந்து ஆவியாவது தடுக்கப் படுகிறது. மேலும், எளிதில் திண்மைப்படுத்த இயலுகிறது. இதனால் குறைந்த திணிக்கும் திறன்கொண்டு (Compactive Effort) தேவையான திண்மையை அடைய இயலுகிறது. மேலும், கால்சியம் குளோரைடு உறைநிலை வெப்பத்தைக் குறைப்பதால், உறைபனியால் விளையும் 'உறைபனிப் பெயர்ச்சி' (Frost-Heave) தடுக்கப்படுகிறது. பெருமளவு மணல் நிறைந்த பகுதிகளில் வேண்டிய அளவு ஒட்டுமாற்றல் பெறத் தேவையான ஈரத்தைத் தேக்க இவ் வேதியியற்

பொருள் பயன்படுகின்றது. சாலையின் மேற்புறத்தில் சதுரகஜப் பரப்பிற்கு 1'' தடிப்பிற்குச் சாதாரணமாக ½ பவுண்டு தேவைப் படுகிறது.

சோடியம் குளோரைடு

12-30. செயலளவில் கால்சியம் குளோரைடைப் போன்றே சோடியம் குளோரைடும் விளங்குகின்றது. ஆனால், ஈரத்தைத் தேக்கி வைத்திருக்கும் ஆற்றலில் சற்றுக் குறைந்து காணப் படுகிறது. மேலும் சோடியம் குளோரைடு, ஈரம் ஆவியாக ஆவி யாகப் படிகமாக மாறும் குணமுடையது. இதனால் ஈரம் ஆவி யாக மாறத்துவங்கிய சற்று நேரத்திற்குப்பின் படிகங்கள் அதிக அளவில் தோன்றுவதால், சோடியம் குளோரைடுக் கரைசல் செறிவுமிக்கதாய் (Concentrated) மாறுகின்றது. இதனால் மேற் கொண்டு ஈரம் ஆவியாவது பெருமளவு தடுக்கப்படுகிறது. சாலையை உறுதிப்படுத்தக் கால்சியம் குளோரைடைக் காட்டிலும் சற்று அதிக அளவு சோடியம் குளோரைடு தேவைப்படுகிறது.

ரெசின்கள் (Resins)

12-31. இவை தண்ணீரை விலக்கும் (Water—Repellent) தன்மையன. எனவே, அதிக அளவு நீரைத் தேக்கி வைக்கும் ஆற்றலுடைய களிமண் போன்றவை நிறைந்த பகுதிகளில் செயற்கை ரெசின்களையோ, வின்சால் ரெசின் (Vinsol Resin) போன்ற இயற்கை ரெசின் வகைகளையோ பயன் படுத்தி, சாலையை உறுதிப்படுத்தலாம். 1 முதல் 2 சதம் வரை இவ்வகை வேதியியற் பொருளை மண்ணுடன் கலப்பதன் மூலம் உலர் பருவத்திலும், மழைக்காலத்திலும் சாலையை உறுதி நிலையுடன் வைத்துக்கொள்ளலாம். அதிகமான நீர் உட் புகுவதைத் தடுக்கவும், உறைபனிப் பெயர்ச்சியைத் தடுக்கவும் இவை பெரிதும் உதவுகின்றன.

சோடியம் சிலிகேட் (Sodium Silicate)

12-32. பாலைவனப் பகுதிகளில் கண்ணுக்கெட்டிய வரையில் மணலே நிரம்பியிருக்கும்; களிமண் போன்ற நுண் துகள் பொருள்களைக் காண்பது அரிது. எனவே, பொது வாக சிமெண்ட் அல்லது நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களைக் கொண்டு சாலையை உறுதிப்படுத்தும் முறை பரிந்துரை செய்யப்படுகிறது. இப் பொருள்களின் விலை அதிகமாக இருப்ப துடன், அவற்றைச் சாலை அமைவிடத்திற்குக் கொண்டு செல்லும் செலவும் அதிகமாக இருக்கும். இம் மாதிரியான

நிலைமைகளில் மிகக்குறைந்த அளவு சோடியம் சிலிகேட்டைப் (2 – 3%) பயன்படுத்துவதால், சிமெண்ட்டைக் காட்டிலும் அதிக அளவு உறுதிநிலையைச் சாலைக்கு நல்குகிறது. மேலும் உராய்வினால் விளையும் சேதத்தையும் குறைக்கிறது. சோடியம் சிலிகேட் சிமெண்டைக் காட்டிலும் விலை அதிகமாக இருப்பினும், அதனை உள்ளிடத்திலேயே (Local) மணலிலிருந்து உற்பத்தி செய்ய இயலும். தவிரவும் சிறிய அளவே நமக்குத் தேவைப் படுகிறது. இக் காரணங்களால் இதுபோன்ற நிலைமைகளில் சோடியம் சிலிகேட் பயனுள்ள பொருளாக விளங்குகிறது.

லிக்னின் (Lignin)

12–33. இப் பொருள் காகிதத் தொழிலகத்திலிருந்து (Paper-Industry) உடன் விளைவுப் பொருளாகக் கிடைக்கிறது. மரத் துகள்களை ஒன்று இணைக்கும் இயற்கைப் பிணைப்பானாகும் இது விளங்குகிறது. இப் பொருள் நெருக்கமான, அடர்த்தியாகத் தர நிலைசெய்யப்பட்ட, மண் திரளைக் கலவையில் பயன்படுத்துதல் நன்று. மண்ணின் அழுந்தும் வலிவு (Compressive Strength) அதிகரிப்பதுடன், அதன் அடர்த்தியும் பெருமளவு அதிகரிக் கிறது. உலர் மண் எடையில் ½ முதல் 1 சதவீதம் வரை லிக்னின் சேர்க்கப்படுகிறது. மேற்பரப்பில் சிறிதளவு லிக்னின் திரும்பவும் சேர்க்கப்படுகிறது. சாலையின் மேற்பரப்பை நிலக் கீலார்ந்த தேய்பரப்பால் பாதுகாப்பதாக இருந்தால், 2 முதல் 3% லிக்னினைப் பயன்படுத்தலாம்.

கழிவுப்பாகு

12–34. சர்க்கரை உற்பத்தியில் உடன்விளைவுப் பொரு ளாகக் கழிவுப்பாகு கிடைக்கின்றது. இது மண்ணின் உள் ஒட்டாற்றலை (Internal Cohesion) அதிகரிக்க வல்லது. மேலும், கழிவுப்பாகு காற்றிலுள்ள நீரை ஈர்க்கும் ஆற்றலுள்ளமையால், புழுதியை மட்டுப்படுத்தும் ஆற்றலும் உள்ளது. மழைக்காலங் களிம் அடித்துச் செல்லப்படாமல் இருக்கச் சுண்ணும்பு, கட்டைக் கரி (Charcoal) ஆகியவற்றைக் கழிவுப்பாகுடன் கலந்து பயன் படுத்த முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. நிலக்கரி தார் (Coal Tar), புகைக்கீல் போன்றவற்றைக் கொண்டு ரெசின் தன்மையுள்ள சேர்மப்பொருளாக (Resinfied Compound) மாற்றி, சாலையை உறுதிப்படுத்த பயன்படுத்துகின்றனர்.

சிமெண்டினால் உறுதி நிலைப்படுத்தல்

12-35. எல்லா மண் வகைகளுக்கும்—குறிப்பாக பருவெட் டான துகள்களுள்ள மண் வகைகளுக்கும்—இம் முறை ஏற்ற

தாகும். நுண்துகள்களுள்ள மண் வகையில் களிமண் 30 சதம் வரை இருப்பின், இம் முறை சிக்கனமானதாகும். நுண்துகள் களிமண் இவ்வளவிற்குமேல் இருப்பின், நுண்துகள்மேல் மெல்லிய படலமாகப் படிவதற்குச் சிமெண்ட் அதிக அளவு தேவைப்படுமாதலால், இம் முறை சிக்கனமானது அல்ல. இம் முறை சிக்கனத்துடன் விளங்க 'நெடுஞ்சாலை ஆய்வு வாரியம்—அ.ஐ.நா' (Highway Research Board–U.S.A.) கீழ்க்காணும் வரம்புகளை விதித்துள்ளது:

மிக அதிக அளவு (Size)	3 அங்.
சல்லடை மண் 4–ல் செல்லக்கூடியது	> 50 %
சல்லடை எண் 40-ல் செல்லக்கூடியது	> 15 %
சல்லடை எண் 200-ல் செல்லக்கூடியது	< 40 %
திரவ வரம்பு	< 40 %
குழைவுக் குறியீட்டு எண் (சதவீதத்தில்) ...	> 18 %

அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளிலும், மற்றும் சில நாடுகளிலும் இம் முறை பெருமளவில் வழக்கில் உள்ளது. நெடுஞ்சாலைகளையும், விமான தளத்திலுள்ள விண் புலத்தினையும் (Air Field) உறுதிப்படுத்த இம் முறை பயன்படுகின்றது. 6 முதல் 16 சதவீதம் வரை சிமெண்ட் தேவைப்படுவதால், இம் முறையை நம் நாட்டில் வெகுவாகப் பயன்படுத்துவதில்லை.

12-36. உறுதி நிலைப்படுத்தும் பணியில் கீழ்வரும் காரணங்களுக்காகச் சிமெண்ட் பயன்படுத்தப்படுகிறது:

(i) களிமண் பொருள்களுக்கு நீரின் மேலுள்ள நாட்டத்தை (Affinity) மேற்பரப்பில் நிகழும் வேதியியற் முறைகளால் (Surface Chemical Phenomena) குறைக்கின்றது.

(ii) பாதி விறைப்பான கட்டமைப்பைப் பெறத் தேவையான அளவிற்கு இணைப்பாற்றலை (Cementation) அதிகரிக்கிறது.

12–37. பரிசோதனைச் சாலையில் அழுத்த வலிவுச் சோதனை (Compressive Strength Test), ஈரப்படுத்தி உயர்த்தும் சோதனை (Wetting and Drying Test), உறைநிலை உருகுநிலை சோதனை (Freezing-Thawing Test) போன்ற சோதனைகளைத் திண்மை செய்யப்பட்ட, மாதிரி மண்-சிமெண்ட் கலவைகளில் செய்வதன்

மூலம், சாலைக்குகந்த மண்-சிமெண்ட் கலவையினையும், உறுதிப்படுத்தத் தேவையான சிமெண்ட் அளவினை, துல்லிய மாகவும் அறியலாம். மண்-சிமெண்ட் கலவை தயாரிக்கையில் 'உகந்த ஈர அடக்கத்தினை' விழிப்புடன் கவனித்து, தக்க கட்டுப்பாடு செலுத்த வேண்டும். மணல் நிறைந்த மண் வகைகளுக்கு உகந்த ஈர அடக்கமும், களிமண், வண்டல் மண் போன்ற நுண்துகள் நிறைந்த வகைகளுக்கு உகந்த ஈர அடக் கத்தைக் காட்டிலும் சற்று அதிகமான அளவு ஈர அடக்கமும் இருக்கச் செய்வதன் மூலம் சிறந்த விளைவுகளுண்டாகின்றன. அதிக அளவு அடர்த்தியைப் பெறுமாறு திண்மை செய்தபின், 7 முதல் 14 நாள்கள் வரை ஈர நிலையில் பதனப்படுத்தல் (Curing) இன்றியமையாததாகும். பதனப்படுத்தும் காலம், போதிய சிமெண்ட், கலவைத் தயாரிக்கும் முறை ஆகிய அனைத்தும் அதிக அளவு உறுதியைப் பெற வழி வகுக்கின்றன. அதிக அளவு கரிமம் கலந்துள்ள மண் வகையினையும், சில வகை சல்ஃபேட்டுகள் கலந்துள்ள மண் வகையினையும் இம் முறையில் திருப்திகரமாக உறுதிப்படுத்த இயலுவதில்லை. சாதாரணமாக 2 சதவீதத்திற்கு மேல் கரிமம் கலந்துள்ள மண் வகையைச் சிமெண்ட் மட்டுமே கொண்டு உறுதிநிலைப்படுத்துவதில்லை. இவை மண்ணுடன் சிமெண்ட் வேதியியல் முறையில் செயல் புரிவதைத் தடை செய்கின்றன. நம் நாட்டில் அதிக மாட்டு வண்டிகள் சாலையைப் பயன்படுத்துவதால், மண்-சிமெண்ட் கலவையை அடித்தளத்திற்குப் பயன்படுத்தி, அதன் மேல் நிலக்கீலார்ந்த புறப்பரப்பையிடுதல் நலம்.

நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களால் உறுதிப்படுத்தல்

12-38. மணல்போன்ற பருவெட்டான பொருள்கள் நிறைந்தும், வண்டல் மண், களிமண் போன்ற நுண்பொருள்கள் மிகக் குறைந்தும் காணப்படும் பகுதிகளுக்கு இம் முறை ஏற்ற தாகும். நம் நாட்டில் நிலக்கீல் விலையின் காரணமாக அதனைப் பயன்படுத்தி உறுதிப்படுத்தல் பெருமளவில் இல்லை. நன்கு தர நிலை செய்யப்பட மண் நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களைக் கொண்டு உறுதி நிலைப்படுத்துவதற்கு ஏற்றதாகும். நெடுஞ் சாலை ஆய்வு வாரியம்-அ.ஐ.நா.—கீழ்க்காணும் வரம்புகளைக் கூறுகின்றது:

மிக அதிக துகள் அளவு—	திண்மைப்படுத்திய பின்னர் உள்ள தடிப்பில் தோராய மாக மூன்றில் ஒரு பங்கு.

$\frac{3}{16}$ அங். வலை சல்லடை வழியே செல்லுமளவு	—	>	50%
ASTM சல்லடை எண் 40 வழியே செல்லுமளவு	—		35–100%
ASTM எண் 200 சல்லடை வழியே செல்லுமளவு	—		10 – 50%
திரவ வரம்பு	—	<	40%
குழைவுக் குறியீட்டு எண் (சதவீதத்தில்)	—	<	18%

12-39. ஒட்டியல்புள்ள நுண் துகள் பொருள்களைக்—குறிப்பாக அதிக ஈர அடக்கமுள்ளபோது—உறுதிப்படுத்துதல் கடினமான காரியமாகும். ஆனால், மணல் போன்ற பருவெட்டான பொருள்களில் அவ்விதம் ஏதுமிருப்பதில்லை. ஏனெனில், மணலில் சிறிதளவு நிலக்கீல் உள்ளபோது, மிகுதியாக உள்ள தண்ணீரை உருளைகளைக் கொண்டு உருட்டுவதன் மூலம் எளிதில் வெளியேற்றலாம். நிலக்கீலார்ந்த பொருள்கள் கீழ்க்காணும் காரணங்களுக்காக உறுதிப்படுத்தப் பயன்படுகின்றன :

(i) பருவெட்டான பொருள்களுக்குத் தேவையான ஒட்டிணைப்பு ஆற்றலைத் தருவதன் மூலம் துகள்களை ஒன்றாகப் பிணைக்கின்றது.

(ii) பருவெட்டான மண்ணிற்கும், நுண் துகள் வகை மண்ணிற்கும் நீர்க்காப்புத் தரும் பொருளாக விளங்குகிறது.

12–40. குறிப்பிட்டதொரு மண் வகையினிடத்தில் நிலக்கீல் பொருளுக்குள்ள நாட்டத்தைப் பொறுத்து, உறுதிப்படுத்தத் தேவைப்படும் நிலக்கீல் பொருளின் அளவு அமைகிறது. நிலக்கீலார்ந்த பொருள்கள் பெரும்பாலும் எதிர்மின் ஆற்றல் படைத்த கூழ் பொருள்களாகும். எனவே, உறுதி நிலைப்படுத்தப்படும் பொருளின் மேற்பரப்பில் அமைந்திருக்கும் எதிர்மின் ஆற்றலுள்ள துகள்களின் அளவினைப் பொறுத்து நிலக்கீலார்ந்த பொருளின் அளவும் அமைகிறது. மேலும், ஈர்க்கப்படும் அயனிகளின் இணைத்திறன் (Valency) குறைந்து காணப்பட்டால், அதிக அளவு நிலக்கீல் தேவைப்படுகிறது. மேற்கண்ட காரணங்களைத் தவிர தட்ப வெப்பநிலையைப் பொறுத்தும், மண்ணின் ஈர அடக்கத்தைப் பொறுத்தும் நிலக்கீலார்ந்த பொருளின் அளவு அமைகிறது. பொதுவாக 4-7% வரை நிலக்கீலார்ந்த பொருள் தேவைப்படுகிறது.

12-41. தார் கிடைத்தால், பருவெட்டான பொருள்களுக்கு RT-5 அல்லது RT-6 ஆகிய வகைகளையும், சற்று நுண்மண் வகைகளுக்கு செறிவுமிக்க RT-3 அல்லது RT-4 ஆகிய வகைகளையும், உறுதிப்படுத்தப் பயன்படுத்துகின்றனர். புகைக்கீல் பொருளாக இருப்பின், நடுத்தரமாகப் பதனமடையும் பின்னடைவு புகைக்கீல் வகையும், மெல்ல முறியும் பால்ம புகைக்கீல் வகையும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சில சமயங்களில் புகைக்கீலுடன் சிறிதளவு சிமெண்ட்டும் சேர்க்கப்படுகின்றது. பால்ம புகைக்கீலில் மிகுந்துள்ள நீருடன் சிமெண்ட் வேதியியற் முறையில் செயல் புரிந்து மண்-பால்ம புகைக்கீல் கலவைக்கு வலிவினை நல்குகிறது. உறுதி நிலையை அதிகரிக்கச் செய்கிறது. மழை குறைந்த பகுதிகளில் உறுதி நிலைப்படுத்த இம் முறை ஏற்றதாகும். மிக அதிக ஈரமுள்ள மணலில் சற்றுச் சுண்ணும்பு சேர்ப்பதன் மூலம் சிறந்த விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன.

12-42. மண் - நிலக்கீல் பொருள்களின் கலவையின் உறுதியைக் கண்டறிய நீர் ஈர்ப்பு சோதனைகளும், திருத்தம் செய்யப்பட்ட ஹப்பர்ட் புலன் சோதனை (Modified Hubbard Field Test), கூம்பு-ஊடுருவுச் சோதனை (Cone Penetration Test), ஃப்ளோரிடா தாங்கு சோதனை (Florida Bearing Test), அமுத்த-வலிவுச் சோதனை போன்ற உறுதியைக் கண்டறியும் சோதனைகளும் பொதுவாகப் பயன்படுகின்றன. செம்மையாகக் கலப்பதையும், ஈர அடக்கத்தையும், திண்மை செய்யும் முறையினையும், அளவினையும் பொறுத்து சாலையின் வலிவும், வாழ்நாளும், உறுதியான தன்மையும் அமைகின்றன.

மற்ற முறைகளில் உறுதிப்படுத்தல்

12-43. மின்சாரத்திஞல் உறுதிப்படுத்தல் (Electrical Stabilization), வெப்பத்தால் உறுதிப்படுத்தல் (Thermal Stabilization), வேதியியற் முறையால் உறுதிப்படுத்தல் (Chemical Stabilization) போன்ற பிற முறைகளையும் புலத்தின் நிலைமைக்கேற்பப் பயன்படுத்திச் சாலையை உறுதி நிலைப்படுத்தலாம். சில சமயங்களில் முதலில் கண்ட முறைகள் (12-11—12-42) உகந்த விளைவை ஏற்படுத்துவதில்லை. இம் மாதிரியான சமயங்களில் மேலே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள முறைகளைப் பயன்படுத்தி சிறந்த முறையில் உறுதிப்படுத்தலாம்.

கட்டுமான முறைகள் (Construction Methods)

12-44. மூன்று முறைகளில் சாலையை உறுதிநிலைப்படுத்தலாம். அவையாவன:

(i) சாலையில் கலத்தல் அல்லது புலத்தில் கலத்தில் (Road Mix or Mix in Place).

(ii) இயங்கு கருவித் தொகுதி முறை (Travelling Plant Construction).

(iii) நிலைக்கருவித் தொகுதி முறை அல்லது மத்திய கருவித் தொகுதி முறை (Stationary Plant or Central Plant-Construction).

இம் மூன்று முறைகளிலும் அடிப்படைச் செயல் முறைகள் ஒன்று தான். அவையாவன:

(1) மண் கூறுகளைத் தக்கவாறு தேர்ந்தெடுத்தல் அவற்றை வேண்டிய விகிதத்தில் சேர்த்தல்.

(2) பின்னர் அதனைத் தூளாக்குதல் (Pulvarized); சீராகக் கலத்தல்.

(3) தண்ணீர் தேவைப் பட்டால் உறுதிப்படுத்தும் பொருள்கள் அல்லது மற்ற கலவைக் கூறுகளை மண்ணுடன் சீராகக் கலத்தல்.

(4) இவ்வாறு கலந்த பொருளை மெல்லிய, சீரான தடிப்புள்ள அடுக்குகளிலிட்டுத் தக்க முறையில் திண்மைப்படுத்தல். மேற்கூறியவை தனித்தனியாகவோ அல்லது சிலவற்றை ஒன்ருக இணைத்தோ சாலையை உறுதி நிலைப்படுத்துகின்றனர்.

சாலையில் கலத்தல் அல்லது புலத்தில் கலத்தல்

12-45. இம் முறையில், சாலையின் அடித்தளமாகவோ தேய்பரப்பாகவோ அமையவிருக்கும் மண் கூறுகளைத் தக்க விகிதத்தில் சாலையின் நிலத்தளத்தின் மீதோ, கீழ் அடித் தளத்தின் மீதோ நேரிடையாகக் கலப்பார்கள். இம் முறையில் கீழ்வரும் வரிசைகளில் உறுதிப்படுத்தல் மேற்கொள்ளப் படுகிறது.

மண்ணைக் கிளறுதல், பொடி செய்தல்

12-46. உறுதிப்படுத்தப் பயன்படும் மண் பெரும்பாலும் சாலையின் படுக்கை (Road Bed), தோள் பகுதிகள், பக்கச் சரிவுகள் போன்ற சாலை அமைவிடத்தின் அருகிலிருந்து பெறப்படுகிறது. முதலில் அமைவிடத்திலிருந்து மண்ணை வெட்டி யெடுத்துச் சாலையின் மேற்பரப்பில் பரவலாக இடுவர்.

இக் காரியங்களில் தொழிலாளியையோ அல்லது செதுக்குப் பொறி போன்ற இயந்திரங்களையோ பயன்படுத்தலாம். கலப்பை, விசைக்கலப்பை (Tiller) போன்றவற்றைப் பயன் படுத்தித் தக்க ஆழத்தில் மண்ணைக் கிளறவேண்டும். இவ்வாறு கிளறியபின் மண் அதிக ஈரத்துடன் இருப்பின், அதன் ஈர அடக்கம் திருப்திகரமாக வரும் வரை உலர்த்த வேண்டும். பிறகு கட்டி முட்டிகளை தொழிலாளிகளைக் கொண்டே அல்லது சுழல் விசைக்கலப்பை (Rotary Tillers), பரம்பு-வட்டுகள் (Disc Horrow) போன்ற இயந்திரங்களைக் கொண்டோ பொடியாக்க வேண்டும். இவ்வாறு பொடியாக்கும் பணி முடிவுற்றவுடன், கற்களைத் தவிர மற்ற மண்ணில் 80 சத வீதம் அல்லது அதற்கு மேல் $\frac{3}{16}$ அங். சல்லடை வழியே செல்ல வேண்டும். வெளியி லிருந்து ஏதேனும் மண் தேவைப்படுமானால், அது மண்தரு பள்ளங்களிலிருந்து பெறப்படுகிறது. மண்ணை அங்கிருந்து கொண்டுவந்து சாலையின் மீது தக்க அளவு இடவேண்டும். முதலில் தயாரிக்கப்பட்ட மண்ணுடன், வெளியிலிருந்து பெறப் பட்ட மண்ணைத் தக்க விகிதத்தில் நன்கு கலக்க வேண்டும். பொதுவாக மேற்கொண்டு இரண்டு நாள்களுக்கும் முறைப் படுத்தக்கூடிய (Processed) நீளத்திற்கு மட்டுமே மேற்கூறிய பணி செய்யப்படுகிறது.

உறுதிப்படுத்தும் பொருள்களைச் சேர்த்தல் (Addition of Stabilizer)

12-47. இந்தக் கட்டத்தில், உறுதிப்படுத்தும் பொருள்கள் ஏதேனும் இருந்தால் அவற்றைச் சேர்க்க வேண்டும். சிமெண்ட் அல்லது சுண்ணும்பு போன்ற திடவடிவமான உறுதிப்படுத்தும் பொருள்களாயிருந்தால், இவை வைக்கப்பட்டுள்ள பைகளைத் (Bags) தக்க இடைவெளியில் இட்டுக்கைகளால் பிரித்துக் குறுக்கு வாட்டமாகப் பரப்ப வேண்டும். குறுக்காகப் பரப்புவதற்கு, தோட்டங்களில் பயன்படுத்தப்படும் சக்கரப் பரம்பு (Garden rake), கூர்முனைப் பல் பரம்பு (Spike-Tooth Horrow) போன்ற பொறிகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

12-48. திரவ நிலையிலுள்ள உறுதிப்படுத்தும் பொருள்களைத் தக்க கருவிகள் கொண்டு தெளிக்கலாம். இதற்கென, 'அழுத்தப் பரப்பிகளை'ப் (Pressure Distributors) பயன் படுத்தலாம்.

கலந்தல் (Mixing)

12–49. உறுதிநிலைப் படுத்தும் பொருள்களைப் பரப்பும் பணி முடிந்தவுடன் சுழல் விசைக் கலப்பைப் போன்ற கருவிகளினுல்

கலக்கும் பணி துவங்குகிறது. கலக்கும் கருவிகள் இரண்டு அல்லது மூன்று தடவைகள் கலக்கப்பட வேண்டிய பொருள் களின் மீது செல்லுகையில் கலவை நன்கு கலக்கப்படுகிறது. கலவையை உலர் நிலையில் இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். உலர் நிலையில் நன்கு கலந்த பிறகு, சற்று தண்ணீர் கலந்து ஈர நிலையில் திரும்பவும் கலக்க வேண்டும். பதப்படுத்த வேண்டிய முழு ஆழத்திற்கும் சீரான நிறம் வரும் வரைக் கலத்தலைத் தொடர்ந்து செய்ய வேண்டும்.

தண்ணீரைச் சேர்த்தல்

12-50. சேர்க்கப்பட வேண்டிய தண்ணீரின் அளவை நிர்ணயிக்கக் கலக்கும் பணி நடைபெறும் இடத்திலிருந்து சுமார் 300—500 அடி இடைவெளிகளில் மாதிரி மண் ஆய்பொருளை எடுத்து அதன் ஈர அடக்கத்தை அறிகின்றனர். இதிலிருந்து சேர்க்கப்படவேண்டிய நீரின் அளவைக் கணக் கிடலாம். தவிரவும் கலக்கப்பட்ட பின்னர் ஆய்பொருளின் ஈர அடக்கத்தினையும், மேற்கண்ட ஈர அடக்கத்தினையும் ஒப்பிடு வதன்மூலம் கலக்கும் பணி நடைபெறுகையில் ஆவியாகும் நீரின் அளவினையும் அறிய இயலுகிறது. இதனால் சேர்க்கப்பட வேண்டிய நீரின் அளவைத் துல்லியமாக நிர்ணயிக்க முடி கிறது. இப்பணி நடைபெறும் முழு நீளத்திற்கும் ஒரே சீராக நீர்ப்பரப்பு அழுத்தப் பரப்பிகளைப் பயன்படுத்தலாம். ஆவி யாவதால் வீணாகும் நீரினையும் மனத்திற்கொண்டு, உகந்த நீர் அடக்கத்தைவிட சற்று அதிகமான நீரைப் பயன்படுத்துதல் நன்று.

திண்மைப்படுத்தல் (Compaction)

12-51. தண்ணீரையும், உறுதிநிலைப்படுத்தும் பொருள் ஏதேனும் இருப்பின் அதனையும், சீராகக் கலந்தபின்னர், வேண்டிய சாய்வு விகிதத்தில், தக்க தடிப்பு இருக்குமாறு சாலையின்மீது பரப்பி, பின்னர்த் திண்மைப்படுத்துகின்றனர். திண்மைப்படுத்தும்போது, சாலையின் நிலத்தளத்திலிருந்தே அப் பணியைக் துவக்கவேண்டும். சாதாரணமாகத் திண்மைப் படுத்திய பின்பு அடுக்கின் தடிப்பு 3 அங். இருத்தல் நன்று. அடித்தளங்களும், தேய்பரப்புகளும் சற்று அதிக தடிப்புடன் இருக்குமாதலால், அவற்றை இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அடுக்குகளில் கட்ட வேண்டும்.

12-52. தொடக்கத்தில் குளம்பு உருளைகளை இதற்கெனப் பயன்படுத்தலாம். மணல் பெருமளவில் உள்ள இடத்தில் டயர்

உருளைகளைக்கொண்டு திண்மைப்படுத்தலாம். இதற்குப் பிறகு சாலையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் உள்ளவாறு அதன் மேற்பரப்பிற்கு வடிவு கொடுக்க வேண்டும். இதனைத் தொழிலாளர்கள் தமது கைகளாலோ, செதுக்குப்பொறியின் துணை கொண்டோ செய்யலாம். இவ்வேலை முடிந்த பிறகு இறுதியில் டயர் உருளைகளைக்கொண்டோ வழவழப்பான சக்கர உருளைகளைக்கொண்டோ சாலையின் மேற்பரப்பைத் திண்மைப் படுத்தலாம். போதிய அடர்த்தி கிடைக்கும்வரையில் திண்மைப்படுத்தவேண்டும்.

12-53. சிமெண்டைக் கொண்டு உறுதிப்படுத்தும்போது, திண்மைப்படுத்தும் பணியை 2 மணி நேரத்திற்குள்முடித்துவிட வேண்டும். அதாவது ஈரக்கலவையைக் கலக்கத் தொடங்கிய 5 மணி நேரத்திற்குள் முடித்துவிட வேண்டும். மேலும், 'மண்–சிமெண்ட் உறுதிப்படுத்தப்பட்ட சாலையில்' அதிக எடையுடைய உருளையைக்கொண்டு திண்மைப்படுத்துவது தவிர்க்கப்படவேண்டும். இல்லை எனில் அதிகக் தகைவு காரண மாக விரிசல் விடவோ அன்றி சிமெண்ட் நீருடன் சேர்தலால் உருவாகும் 'ஆரம்ப இயலமைப்பு' (Initial Structure) உடைந்து விடவோ கூடும்.

பாதுகாப்பு

12-54. பெரும்பான்மையான உறுதிப்படுத்தும் பொருள் களுக்குப் பதனமடையச் சிறிதுகாலம் பிடிக்கும். அதற்குப்பிறகே அச் சாலை பயனுடையதாகிறது. குறிப்பாகச் சிமெண்ட்டை உறுதிப்படுத்தும் பொருளாகப் பயன்படுத்துகையில், விழிப் புடன் இருக்க வேண்டும். மண்-சிமெண்ட் கலவை விரைந்து உலர்வதைக் குறைந்தது 7 நாள்களுக்காவது தடைப்படுத்த வேண்டும். இதற்கென ஈர மணல் அல்லது ஈர வைக்கோல் அல்லது அடிக்கடி நீரைத் தெளித்தல்போன்ற முறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன.

12-55 புலத்தில் கலக்கும் முறையில் கீழ்க்காணும் நன்மைகள் உள்ளன:

(i) பணியின் அளவிற்கேற்பப் பயன்படும் பொறிகளின் எண்ணிக்கையை அமைத்துக் கொள்ளலாம்.

(ii) இம் முறையில் பயன்படுத்தப்படும் பொறிகள் எளிமையானவை, மலிவானவை; ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதோர் இடத்திற்கு எளிதில் கொண்டு செல்லலாம், எளிதில் பழுது பார்க்கலாம்.

(iii) உறுதிப்படுத்தும் பொருள்களைக் கலந்தோ அன்றி கலக்காமலோ முறையாகக்கப்பட்ட முழு இடத்தினையும் ஒரே சமயத்தில் திண்மைப்படுத்தலாம்.

(iv) அதிக அளவு நீளத்தை (சராசரி) இம் முறையில் உறுதிபடுத்த இயலுகிறது.

12-56. இம் முறையில் காணப்படும் குறைகளாவன:

(i) பதப்படுத்தவேண்டிய ஆழத்தை ஒரே சீராக அமைக்க இயலுவதில்லை.

(ii) மற்ற முறைகளில் உள்ளதைப்போன்று இம் முறையில் சீராகக் கலக்க இயலுவதில்லை.

இயங்கு கருவித் தொகுதி முறை

12-57. இம் முறையும் 'புலத்தில் கலத்தல்' முறையைப் போன்றதே. எனினும், பொடியாக்குதல், வெவ்வேறு மண் கூறுகளைத் தக்க விகிதத்தில் கலத்தில் உறுதிப்படுத்தும் பொருள், தண்ணீர் ஆகியவற்றை மண் கலவையோடு சேர்த்தல் ஆகிய செயல்கள் யாவும் இயங்கும் கருவித் தொகுதியினாலேயே நிறைவேற்றப்படுகின்றன. இக் கருவித் தொகுதி ஒருமுறை செல்லும்பொழுதே மண் ஒரு பாரம் ஏற்றும் கருவியின் மூலம் (Elevating Loader) கருவித் தொகுதியின் வாய்ப் பெட்டிக்குள் (Hopper) செல்கிறது. இங்கிருந்து குழைக்கும் பகுதிக்குச் (Pugmill) செல்கிறது. இங்குத் தண்ணீர், திரவ வடிவமான உறுதிநிலைப்படுத்தும் பொருள்கள் போன்றவை குழாய் முகப்பு (Nozzle) மூலம் தெளிக்கப்படுகிறது. பிறகு நன்கு கலக்கப்படுகிறது. திடவடிவமான சிமெண்ட் அல்லது சுண்ணும்பு போன்ற உறுதிநிலைப்படுத்தும் பொருள்கள் காற்றுடவிடப்பட்ட மண்மீது (Windrowed Soil) பரப்பப்பட்டு நன்கு கலக்கப்படுகிறது. புலத்தில் கலக்கும் முறையைக் காட்டிலும் சிறப்பாகவும், சீராகவும் கலக்கப்பட்டு இயங்கும் கருவித்தொகுதியின் பின்புறமாக வெளியேற்றப்படுகின்றது. பிறகு இதனைச் செதுக்குப்பொறியின் உதவியால் பரப்பப்படுகிறது. இறுதியாக முடித்தலும், உருளையின் உதவியால் உருட்டுதலும் சாலையில் கலக்கும் முறையிலுள்ளவாறே செய்யப்படுகின்றன. சமீபகாலத்தில் தனிச்சிறப்பு வாய்ந்த பொறிகள் பல கண்டு பிடிக்கப்பட்டன. மண் உறுதிப்படுத்தலிற்கான அத் துணை செயல்களையும் இவைகளே புரிகின்றன. அவற்றுள் ஒன்றே 'P & H–ஒரு தடவை கடக்கும்போதே உறுதிப்படுத்தும் கருவி' (P and H Single Pass Stabilizer). இவ்வியந்திரம் நிமிடத்திற்கு 30 அடி வீதம் மெதுவாக ஊர்ந்து செல்லும்பொழுதே,

மண்ணை வெட்டி, தூள் செய்து, தண்ணீர், திரவவடிவ உறுதிநிலைப்படுத்தும் பொருள்கள் ஆகியவை தெளிக்கப்பட்டு, சீராகக் கலக்கப்படுகிறது. திட வடிவ உறுதிநிலைப்படுத்தும் பொருள்கள் பொடியாக்கப்பட்டு, இப்பொறி ஊர்ந்து செல்லுகையில் அதன் முன் பரப்பப்படுகிறது. நன்கு கலக்கப் பட்ட பின்னர் அக் கலவை இயந்திரத்தின் பின்புறம் சீராகப் பரப்பப்படுகிறது. உருளைகளைக்கொண்டு இதனைத் திண்மைப் படுத்தலாம்.

12-58. இயங்கும் கருவித் தொகுதி முறையின் நிறைவுகள்:

(i) சீரான கலவை.

(ii) துல்லிய விகிதத்தில் நீரைச் சேர்த்தல்.

(iii) கொடுக்கப்பட்ட தொழிலாளிகள், கருவித்தொகுதிக் கான செலவினங்கள் ஆகியவற்றில் அதிகப்படியான விளைவளவு (output).

(iv) குறைந்த கலக்கும் நேரம்.

(v) பதப்படுத்தப் படவேண்டிய ஆழத்தின் அளவைப் புலத்தில் கலக்கும் முறையைக் காட்டிலும் அதிகமாகக் கட்டுப்படுத்த இயலுதல்.

12-59. இம் முறையின் குறைகளாவன:

(i) கருவித் தொகுதிக்கான அதிக தொடக்க முதலீடு.

(ii) கருவித் தொகுதியில் சிறிதளவு பழுது நேரிடினும் வேலை நின்று விடுவது.

நிலைக்கருவித் தொகுதி முறை

12-60. இம் முறையில் இருவகைகளுண்டு. அவையாவன:

(i) தொடர் கலவைக் கருவி (Continuous Mixer).

(ii) தொகுதிக் கலவைக் கருவி (Batch Mixer).

தொடர் கலவைக் கருவிமுறை ஏறத்தாழ இயங்கும் கருவித் தொகுதியைப் போன்றதாகும். இம் முறையில் கலவை கலக்கும் நிலக்கருவி சாலை அமைவிடத்திலிருந்து தள்ளி யிருக்கும். கலக்கப்பட்ட பொருள்கள் டிரக்குகளில் நிரப்பப் பட்டுச் சாலை அமைவிடத்திற்குக் கொண்டு செல்லப்படுகிறது.

12-61. சிறு, சிறு வேலைகளுக்கும், ஒட்டிணைப்பு வேலை களுக்கும் தொகுதிக் கலவைக் கருவிகள் பயன்படுகின்றன.

கான்கிரீட் கலக்கப்படும் கருவியினையே இதற்கும் பயன்படுத்தலாம்.

12–62. இம் முறையின் நிறை, குறைகள்:

நிறைவுகள்:

(i) பதப்படுத்த வேண்டிய ஆழத்தினைக் கட்டுபடுத்த இயலுதல்.

(ii) கலவையினைத் துல்லியமாக விகிதப்படுத்துதல்.

(iii) ஆவியாக வீணாகும் நீர் மிகவும் குறைவாக இருத்தல்.

(iv) சிறு, சிறு வேலைகளுக்குக் கான்கிரீட் கலக்கப் பயன்படும் கருவியினையே பயன்படுத்த இயலுதல்.

குறைகள்:

(i) சாலை அமைவிடத்திலுள்ள மண்ணைப் பதப்படுத்த அதிகச் செலவு பிடித்தல்.

(ii) மத்திய கருவித் தொகுதியிலிருந்து கிடைக்கும் பொருளின் அளவிற்கேற்ப திண்மைப்படுத்த இயலுமேயன்றிச் சாலையின் குறிப்பிட்ட முழு நீளத்திற்கும் ஒரே சமயத்தில் திண்மைப்படுத்த இயலுவதில்லை.

புலத்தில் கட்டுப்பாடுகள் செலுத்துதல் (Field Control)

12–63. உறுதிப்படுத்தப்படும் சாலைகளின் கட்டுமானப் பணியில் விழிப்புடன் இருக்கவேண்டும். மண் பொடி செய்யப்பட்ட நேர்த்தி, ஈர அடக்கம், 'உலர் அடர்த்தி—ஈர அடக்கம்' இவற்றிற்கு உள்ள தொடர்பு, கலவையின் பண்புகள், திண்மைப்படுத்திய பின்னர் கிடைக்கும் உலர் அடர்த்தி ஆகியவற்றைப் பணி நடந்துகொண்டு இருக்கும்போதே அவ்வப்போது சோதனை செய்தல் வேண்டும். இதற்கென 'இயங்கும் புல–ஆய்வகம்' (Mobile Field Laboratory) ஒன்று இருத்தல் நன்று.

13. மெக்காடம் சாலைகள்

(Macadam Roads)

அறிமுகம்

13-1. தற்காலத்தில் பயன்படுத்தப்படும் சாலை வகைகளுள் பழமையானது 'மெக்காடம் சாலை வகைகள்' எனலாம். இதனைக் கண்டு பிடித்தவரான ஸ்காட்லாந்து பொறியாளர் ஜான். எல். மெக்காடம் (John. L. Macadam) என்பவரின் பெயரால் இவ்வகைச் சாலைகள் வழங்கப்படுகின்றன. சிறியதாக உடைக்கப்பட்ட அல்லது நொறுக்கப்பட்ட கல்துண்டுகளை உருளைகளாலோ, போக்குவரவு நடமாட்டத்தாலோ, நீராலோ, ஒன்றோடு ஒன்றாக இணைத்து அமைக்கப்படும் சாலையின் மேற் பரப்புகள் அல்லது அடித்தளங்கள் ஆகியவற்றினையே 'மெக்காடம் அமைப்பு' என்கிறோம். நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களாலோ, போர்ட்லண்ட் சிமெண்ட்டாலோ, கல் திரளைகள் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும் சாலைகளும் மெக்காடம் சாலைகள் எனப் படுகின்றன,

13-2. உடைந்த கற்களைக்கொண்டு தற்கால முறையில் சாலைகளை அமைக்கும் விதத்தை முதன் முதலாக 1765ஆம் ஆண்டு ஃபிரான்ஸ் நாட்டில் டிரஸகட் (Tresaguet) என்பவர் அறிமுகப்படுத்தினர்; இங்கிலாந்தில் 1805ஆம் ஆண்டு டெல் ஃபோர்ட் (Telford) என்பவரால் அறிமுகம் செய்து வைக்கப் பட்டது. இவ்விரு பொறியாளர்களும் சாலையின் கீழ் அடுக்கு களில் பெரிய, உடைத்த கற்களையும், தேய் பரப்புகளில் நுண்ணிய உடைத்த கல்துண்டுகளையும் பயன்படுத்தினர். ஆனால், மெக்கடாம் சாலை தளத்தின் முழு தடிப்பிற்கும் சிறிய கற்களையே—மிக அதிக அளவு $1\frac{1}{2}$ அங். உள்ள கற்களையே— பயன்படுத்த வேண்டும் என்று வற்புறுத்தினர். 1858ஆம்

ஆண்டு பிளேக் (Blake) என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட கல் உடைக்கும் பொறியும், 1860ஆம் ஆண்டு ஃபிரான்சில் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட நீராவி உருளைகளும் மெக்காடம் முறையில் சாலை அமைக்கும் முறையை ஊக்குவித்தன. இரும்பு கட்டு வண்டிகள் நிறைந்த இந்திய நாட்டுச் சூழ்நிலைக்கு இவை பொருத்த மானவையாகும்.

13–3. மெக்காடம் சாலையின் அமைப்பாண்மை அடிப் படைகள் வருமாறு:

(i) சுற்றுப் புறத்தைக் காட்டிலும் உயர்வாகச் சாலையின் கடைக்காலை அமைக்கவேண்டும். இதனால் வடிமானம் எளிதாகிறது.

(ii) நிலத் தளத்தின் மையப் பகுதியில் முடி அமைத்து சாலையின் இருபுறங்களிலும் நீர் வழிந்தோடிப் பக்க வடிகால்களை அடையுமாறு செய்யவேண்டும்.

(iii) களிமண், கரிமம் கலந்த பொருள்கள் ஆகியவை ஏதுமற்ற தூய, உடைந்த கற்களைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

(iv) போக்குவரவு நடமாட்ட நிலைமைக்கேற்ப சாலை அகலம் போன்றவற்றை அமைப்பாண்மை செய்ய வேண்டும்.

(v) சீரான கற்களைப் பல அடுக்குகளில் இட்டு வலிவான, சீரான பரப்பு கிடைக்குமாறு திண்மைப் படுத்த வேண்டும்.

மெக்காடம் சாலை வகைகள்

13–4. நான்கு வகை மெக்காடம் சாலைகள் வழக்கத்தில் உள்ளன:

(1) நீர்ப்பிணை மெக்காடம் சாலைகள் (Water Bound Macadam Roads)

இவ் வகைச் சாலைகளின் அடுக்கில், கப்பி, கல்தூள் (Stone Dust), தண்ணீர் ஆகியவற்றால் நன்கு பிணைக்கப்பட்ட உடைந்த கற்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். அதிக எடையுள்ள உருளையினால் திண்மைப்படுத்தும்போது தண்ணீர் சேர்க்கப் படுகிறது.

(2) நடமாட்டப் பிணை மெக்காடம் சாலைகள் (Traffic Bound Macadam Roads)

உடைந்த கற்கள், கப்பி ஆகியவற்றால் அமைக்கப்பட்டு, போக்குவரவு நடமாட்டத்தாலும், இடையிடையே இழுப்பான்

களாலும் (Drag) திண்மை செய்யப்பட்ட தேய்பரப்பை உடைய சாலையே நடமாட்டப்பிணை மெக்காடம் சாலை எனப்படுகிறது.

(3) நிலக்கீலார்ந்த மெக்காடம் சாலை

இம் முறையில் தூய, உடைந்த, சீரான அளவுள்ள கற்களைப் பரப்பி திண்மைப்படுத்திய பின்னர் அதன் மேல் உடைந்த கற்களையும், நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களையும் அடர்த்தியாகத் தெளிக்கவேண்டும். நிலக்கீலார்ந்த பொருள் கற்களின் இடைவெளி வழியே ஊடுருவிக் கற்களை ஒன்றுகப் பிணைக்கிறது. இதன் மேல் சிறு, சிறு திரளையை மெல்லிய அடுக்கில் சீராக இட்டு, உருளையொன்றின் உதவியால் உருட்டப்படுகிறது. இதன்மேல் நிலக்கீலார்ந்த பொருளை மெல்லிய படலமாக இட்டு, அதன்மேல் திரும்பவும் சிறு திரளையைப் பரப்பி உருட்டவேண்டும். இவ் வகைச்சாலை 'ஊடுருவு மெக்காடம் சாலை' (Penetration Macadam Road) என வழங்கப்படுகிறது.

4. சிமெண்ட் பிணை மெக்காடம் சாலை (Cement Bound Macadam)

இம் முறை ஏறக்குறைய நிலக்கீலார்ந்த மெக்காடம் சாலையை ஒத்திருக்கும். நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களுக்குப் பதில் போர்ட்லண்ட் சிமெண்ட் கலவையை (Marton) பயன் படுத்துகின்றனர். சில சமயங்களில் அரைச் சாந்தினையும் (Grout) பயன்படுத்துகிறோம். தற்போது இம்முறையைப் பெரும்பாலும் பயன்படுத்துவதில்லை.

நீர்ப்பிணை மெக்காடம் சாலைகள்

13-5. இவ்வகைச் சாலைகளில் உடைத்த கற்களைப் பரப்பி, அவற்றை நன்கு பிணைக்க சிறு கல்துகள்களை இட்டு, உருளையொன்றினல் திண்மைப்படுத்துகின்றனர் எனவும், அவ்வாறு திண்மைப் படுத்தும்போது, தண்ணீரைப் பயன்படுத்து கின்றனர் எனவும், முதலிலேயே குறிப்பிட்டோம். நீர்ப்பிணை மெக்காடம் தேவைக்கேற்ப 3 அங். முதல் 12 அங். தடிப்பு வரை அமைக்கப்படுகின்றது. சில சமயங்களில் அவை தேய் பரப்பாகப் பயன்பட்டாலும், அவை நெகிழும் தளங்களின் அடித்தளங்களாகவே பயன்படுகின்றன. திண்மைப்படுத்திய பின்னர் தளத்தின் தடிப்பு 5 அல்லது 6 அங். வரை இருப்பின், ஒரே அடுக்காகவும், 9 அங். வரை இருந்தால், இரண்டு அடுக்குகளாகவும், இதற்கும் அதிக தடிப்புள்ளதாயிருந்தால், இரண்டுக்கு மேற்பட்ட அடுக்குகளாகவும் கட்டலாம். பொதுவாக

தார் நிலையின் தடிப்பில் 75 சதவீதம் முதல் 20 சதவீதம் வரை திண்மைப்படுத்திய பின் இருக்குமென எதிர்பார்க்கலாம். சான்றாக, 6 அங். தடிப்புள்ள தளர் நிலையிலுள்ள அடுக்கு, திண்மைப்படுத்திய பின்னர் 4" அங். தடிப்புள்ளதாக மாறலாம்.

தேவைப்படும் பொருள்கள்

13-6. பருவெட்டான திரளைகள் சீரான தன்மையுள்ள உடைந்த அல்லது உடைத்த கற்களாகவோ அன்றி நொறுக்கப் பட்டுக் குளிர்ச்சியடைந்த ஊதுலை கசடாகவோ இருக்க வேண்டும். கடினமான சுண்ணும்புக்கல், டாலமைட், கிரனைட் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தலாம். மணல்கல், குவார்ட்சைட் போன்றவை அவ்வளவு உகந்தவையாகக் கருதப்படா விட்டாலும், அடித்தளம் கட்டுவதற்குப் பயன்படுத்தலாம். தேய்பரப்பில் அவற்றினைத் தவிர்ப்பது நலம். கற்களைப் பயன் படுத்துவதற்கு முன்பு அவற்றின் பொறியியற் பண்புகளைச் சோதனைகள் மூலம் ஆய்ந்து தெளிவது நல்லது. சாலை அமைக் கப்பட்ட பின்னர் கற்கள் நகராமல் தடுப்பதற்கு பருவெட்டான கற்களை உடைப்பதால் கிடைக்கும் கல் பொடிகளையும், கரடு முரடான மேற்பரப்புள்ள இயற்கையாகக் கிடைக்கும் மணலையும் பயன்படுத்தலாம்,

பயன்படுத்தப்படும் கற்களுக்குத் தேவையான தரநிலைகள்

13–7. ASTM அல்லது AASHO நிறுவனங்கள் இதற்கென வகுத்துரைகள் தயாரித்துள்ளனர்.

பருவெட்டான பொருள்கள் அளவு எண் 1, 2, 3 ஆகியவற் றுடன் இசைந்தும், கற்கள் நகரவொட்டாமல் தடை செய்யும் நுண்பொருள்கள் அளவு எண் 10-ல் காணப்படும் தேவைகளுக்கு ஏற்பவும் இருக்க வேண்டும்.

மற்றைய இயல்புகள்

13–8. (a) தேய்வு (Abrasion) பருவெட்டான பொருள்களை லாஸ் ஏஞ்சல் சோதனைக்குட்படுத்தும் போது கிடைக்கும் எடைக் குறைவு 60%-க்குக் குறைவாக இருக்க வேண்டும்.

(b) கப்பியிலிருக்க வேண்டிய நொறுக்கப்பட்ட துண்டுகள்.

உடைந்த பட்டைகள் (Fractured Faces) கொண்ட துண்டு களின் எடை மொத்த எடையில் 75 சதவீதம் இருக்கவேண்டும்.

(c) கசடின் அலகு எடை:

அட்டவணை 13-1.

அளவு எண் (Size number)	பெயரடையான அளவு (Nominal size)	சோதனைச் சாலையினுள்ள சல்லடைக் கண் அளவைக் காட்டிலும் நுண்ணிய அளவு (எடையின் அடிப்படையில்) சதவீதம்											
		4''	3½''	3''	2½	2''	1½''	1''	¾''	½''	⅜''	எண் ·4·	எண் 100.
(1)	3½-1½''	100	90-100	— 100	25-60	—	0-15	—	0-15	—			
(2)	2½''-1½''	—	—	100	90-100	35-70	0-15	—	0-5				
(3)	2''-1''	—	—	—	100	90-100	35-70	0-15	—	0-5			
10)	எண் 4	—	—	—	—	—	—	—	—		100	85-100	10-30

திண்மைப்படுத்தப்பட்ட நிலையில் கசடின் அலகு எடை கன அடிக்கு 65 பவுண்டு இருக்கவேண்டும்.

மெக்காடம் சாலைகளின் நிலத்தளம் (Subgrade For Macadam Roads)

13-9. எல்லாவகை மெக்காடம் சாலைகளின் நிலத்தளமும் கவனமுடன் தயாரிக்கப்பட வேண்டும். மெக்காடம் சாலைகள் நெகிழும் இயல்புடையன. எனவே, நிலத்தளத்தில் தோன்றும் குறைபாடுகளும், மேடு பள்ளம் போன்ற உருக்குலைவுகளும் சாலையின் அடித்தளத்திலும், பின்பு காலப்போக்கில் அதன் தேய்பரப்பிலும் வெளிப்படையாகத் தெரியவரும். தவிரவும் இவ்வகைச் சாலையில் தோன்றும் ஒழுங்கீனங்களைச் சரி செய்வதும் சற்றுக் கடினமான செயலாகும். எனவே, இவ் வகைச் சாலையின் நிலத்தளத்தின் நிலைமையை தொடக்கக் கட்டங்களிலும், சாலையை அமைக்கப் போகும் முன்னரும் விழிப்புடன் கவனிக்கவேண்டும்.

நிலத்தளத்தில் காணப்படும் குறைகளைத் திருத்திய பின்னரே, சாலையின் அடித்தளத்தையோ அன்றி தேய் பரப்பையோ அமைக்கவேண்டும். ஆகவே, நிலத்தளத்தை மிக நேர்த்தியாகவும், சீராகவும், அடர்த்தியாகவும், உறுதி நிலையுடனும் அமைத்தல் வேண்டும். தவிரவும், நிலத்தளத்தின் வடிமானமும் நல்ல நிலையில் இருக்கவேண்டும். அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டின் சில பகுதிகளில் தயார் செய்யப்பட்ட நிலத் தளத்தின்மேல் 1 அங். தடிப்பிற்கு நுண் கற்களையோ அல்லது கல், மணல் கலந்த கலவையினையோ இட்டு, அதன்மேல் மெக்காடம் அடித்தளத்தை அமைக்கின்றனர். வண்டல்மண், களிமண் ஆகியவை நிறைந்த பகுதிகளில் இம் முறையைப் பின்பற்றலாம்.

பரப்புதல், உலர் நிலையில் உருட்டுதல் (Spreading and Dry Rolling)

13-10. நிலத்தளத்தைத் தக்க முறையில் சீர் செய்த பின்னர், தேவைப்படும் மேல்வாட்ட வளைவிற்கேற்ப கற்களைப் பரப்புகின்றனர். இவற்றை டிரக்குகளிலிருந்தோ அன்றி சாலையின் பக்கங்களில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் கற்குவியல்களி லிருந்தோ பரப்பும் பெட்டிகளின் உதவியால் (Spreader Box) சாலையின் மேற்பரப்பில் பரப்பலாம். சில சமயங்களில், நிலக் கீலார்ந்த கலவைகளைச் சாலையின் மேல் இடுவதற்குப் பயன்படும் தளமிடும் பொறிகளைப் (Paving Machines) பயன் படுத்திக் கற்களைப் பரப்புகின்றனர். இதனால் வேலை விரைந்து நடைபெறுகிறது. உருளைகளைக் கொண்டு உருட்டத்தொடங்கு

வதற்கு முன்னர். பரப்பில் காணப்படும் குறைகள் யாவும் திருத்தப்படுகின்றன. இதற்கென வார்ப்பட மாதிரிச் சட்டம், நீண்ட நேரான விளிம்பு போன்றவற்றைத் தங்கு தடையேதுமின்றிப் பயன்படுத்த வேண்டும். சாலையில் காணப்படும். ஒழுங்கீனங்களைத் தளர்நிலையிலேயே திருத்தம் செய்தல் எளிதானது. பின்பு 10–12 டன் எடையுள்ள மூன்று சக்கர உருளைகளைக் கொண்டு உருட்ட வேண்டும். சாதாரணமாகச் சாலையின் பக்கங்களை முதலில் உருட்டத் தொடங்குகின்றனர். பின்னர் படிப்படியாக மையப்பகுதியை நோக்கி நகர்கின்றனர். மிகை உயர்வுள்ள வளைவுகளில் தாழ்வான விளிம்பில் இப் பணியைத் துவக்கி மெல்ல மெல்ல உயர்வான விளிம்பை நோக்கி நகர்கின்றனர். சாலை மையக் கோட்டிற்கு இணையாக உருளைகளின் இயக்கம் இருக்கவேண்டும். உருளைகளைக் கொண்டு திண்மைப்படுத்தும்போது, உருளை கடக்கும் பகுதிகள் ஒன்றன் மேல் ஒன்று மேற்பொருந்தும்படி (Overlap) இருப்பதுடன், உருளையின் பின்சக்கரம் அவ்விதம் மேற்பொருந்தும் பரப்பின் மேல் செல்லுமாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். உருளையின் முன்புறமுள்ள பொருள் நகராமலும், அலைவடிவாய் மாறுமலும் இருக்கும்வரை உருட்டவேண்டும். கல் அடுக்கில் காணப்படும் வலிவு குன்றிய பகுதிகள், ஒழுங்கீனமான பகுதிகள் ஆகிய இடங்களில் தேவைப்படும் அளவு அதிகப்படியான கற்களைப் பரப்பி உருட்டுவதன் மூலம் அவற்றைத் திருத்துகின்றனர். பருவெட்டான பொருள்கள் ஒன்றோடு ஒன்று நன்கு சிக்கலுறுவதற்கென்றே (Keyed) மேற்கூறிய வகையில் உருட்டுகின்றனர்.

பிணைப்பான்களைப் பரப்புதல், உருட்டுதல் (Spreadiug of Binder, Rolling),

13-11. இவ்விதம் அமைக்கப்பட்ட பருவெட்டான கல் அடுக்கில் கல்தூள் அல்லது சொர சொரப்பான பரப்புள்ள இயற்கை மணலைப் பரப்ப வேண்டும். பொறிகளின் உதவியாலோ அல்லது கைகளினுலோ இதனைச் செய்யலாம். பரப்புதல், பெருக்குதல், உருட்டுதல் போன்ற பல பணிகளும் ஒரே சமயத்தில் தக்கவாறு மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. பருவெட்டான அடுக்கின் மேற்பரப்பில் காணப்படும் இடைவெளிகளை நிரப்பப் போதுமான பிணைப்பான்களைப் பரப்பி, மேற்பரப்பு வலிவையும், உறுதியையும் பெறும் வரையிலும் உருளையினுல் உருட்ட வேண்டும். வீதிகளைப் பெருக்க உதவும் விளக்குமாறுகளைக் கொண்டு கையினுலோ, நார் அல்லது கப்பிகளால் ஆன விளக்குமாறை உருளையில் பொருத்துவதன் மூலமாகவோ, பெருக்கலாம். தேவைப்பட்டால், அதிக பிணைப்பான்களைப் பயன்படுத்தலாம். மிகுதியாக இருக்கும்

நுண் பொருள்களை அப்புறப்படுத்தலாம். மிகுதியாக இருக்கும் நுண் பொருள்களை அப்புறப் படுத்திய பின்னரே, அடுத்த பணியைத் துவக்க வேண்டும்.

தண்ணீர் சேர்த்தல், ஈர நிலையில் உருட்டுதல்

13–12. மேற்கண்டவாறு நுண் பொருள்களைப் பரப்பி உலர் நிலையில் உருட்டிய பின்னர், அப் பரப்பின் மேற்புறம் நீரைத் தெளித்து மறுபடியும் உருட்ட வேண்டும். பரப்பில் காணப்படும் எல்லா இடைவெளிகளும் நிரப்பப்பட்டு அரைச் சாந்து (Grout) சாலையின் மேற்பரப்பில் எழும்பி உருளையின் முன் தோன்றிடும் வரை நீர் தெளித்தலையும், உருட்டுதலையும் மேற்கொள்ள வேண்டும். இவ்வாறு அரைச் சாந்து மேல் பரப்பில் தோன்றுதல், எல்லா இடைவெளியும் நுண்பிணை பொருளால் நிரப்பப்பட்டிருப்பதைக் குறிக்கின்றது. அழுத்தம் பரப்பும் கருவியின் உதவியாலோ அன்றி கைகளாலோ நீர் தெளிக்கலாம். ஈரமுள்ள பிணைப்பான்களைச் சீராகப் பரப்புதற்குக் கை விளக்குமாற்றைப் பயன்படுத்தலாம். இதற்குப் பயன்படும் நீர், பிணைப்பானாகப் பயன்படும் நுண் பொருள்கள் ஆகியவற்றின் அளவு பலவிதக் காரணக் கூறுகளைச் சார்ந்துள்ளது. பருவெட்டான பொருளின் புற அளவு (Size), இயல்பு, பயன்படுத்தப்படும் நுண் பிணைபொருளின் குணங்கள், சாலை மேற்பரப்புத் தளத்தின் வகை ஆகியவை அவற்றுள் சில.

பதனப்படுத்துதல், இரண்டாவது அடுக்கு இடுதல் (Curing and Application Of Second Layer)

13–13. பல அடுக்குகள் கொண்ட நீர்ப்பிணை மெக்காடம் சாலையொன்றின் அடி அடுக்காகவோ அன்றி இடை அடுக்காகவோ மேற்கண்ட அடுக்கு இருக்க நேரின், அதன்மேல் மற்றோர் அடுக்கு இடுவதற்கு முன்னர் அதனை நன்கு உலர்த்த வேண்டும். இவ்விதம் பதனப்பட்ட பிறகு அடுத்த அடுக்கை அதன்மேல் அமைக்கின்றனர். இவ்விரண்டாம் அடுக்கை அமைக்க முன்பு கூறிய வழி முறைகளையே பின்பற்றலாம். சாலை மருங்கில் நன்கு திண்மைப் படுத்தப்பட்ட தோள் பகுதிகளை அடுக்குகளின் முழு ஆழத்திற்கும் அமைக்க வேண்டும். மேற்புறமுள்ள அடுக்கில் மற்றைய அடுக்குகளில் உள்ளதைக் காட்டிலும் அதிக அளவு நுண்பிணை பொருளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். அப்பொழுது தான் புற அடுக்கு வழவழப்பாக விளங்குவதுடன், அதிலுள்ள கற்களும் நன்கு பிணைந்து காணப்படும்.

புறப்பரப்பைச் சரிபார்த்தல் (Checking Surface)

13-14. புற அடுக்கு அமைத்தவுடன் ஒழுங்கீனங்கள், குறைபாடுகள், போன்றவை உள்ளனவா எனச் சரிபார்த்தல் வேண்டும். குறிப்பிட்ட குறுக்குவெட்டுத் தோற்ற அளவிலிருந்தும், சாய்தள விகிதத்திலிருந்தும் $\frac{1}{4}$ அங். அல்லது $\frac{1}{2}$ அங். வித்தியாசத்திற்கு மேற்படும்போது திருத்தம் செய்வது அவசியமாகிறது. இவ்வாறு அமைக்கப்பட்ட மெக்காடம் சாலை சுமார் 14 முதல் 30 நாள்களுக்குள் போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்குத் திறந்து விடப்படுகின்றது.

பராமரிப்பு

13–15. சாலையின் மேற்பரப்பை உறுதிநிலையுடன் விளங்கச் செய்வது முக்கியமானதாகும். வேகமாகச் செல்லும் ஊர்திகளினால் விளையும் எதிர்மறை அழுத்தத்தால் (Negative Pressure) மேற்பரப்பில் காணப்படும் பொருள்கள் இடம் பெயரலாம்; அல்லது மழைக்காலத்தில் ஏற்படக்கூடிய மிகுதியான நீர் ஓட்டத்தால் அவை அடித்துச் செல்லப்படலாம். எனவே, அவ்வப்போது நுண் பிணைக்கும் பொருள்களைப் பரப்பி, திண்மைப் படுத்திச் செப்பனிடுதல் அவசியமாகிறது. சாலை அமிழ்வதால் ஏற்படும் மேடு பள்ளங்கள் அல்லது மேற்பரப்பில் உருவாகக் கூடிய சிறுசிறு பாதைக் குழிகள் (Pot-Holes) போன்ற இடங்களில் கற்களையிட்டுத் தக்க முறையில் திண்மைப்படுத்த வேண்டும்.

13-16. பதன காலம் முடிவடைந்தவுடனேவாவது, அன்றி 4 அல்லது 6 மாதகாலம் போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கு உட்படுத்திய பின்பாவது, நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களாலோ அல்லது பிறவற்றாலோ ஓரிரு மெல்லிய படலங்களைச் சாலையில் பரப்பிவிடுதல் வழக்கத்திலுள்ளது.

நடமாட்டப் பிணை மெக்காடம் சாலை (Traffic Bound Macadam)

13–17. கப்பி, நொறுக்கப்பட்ட கற்கள் அல்லது கசடு போன்றவற்றை இயற்கையான மண்மீது பரப்பி, மோட்டார் ஊர்திகளின் நடமாட்டத்தினால் அவை தமது இடத்தை அடையச் செய்யும் விதத்தில் அமைக்கப்படும் சாலைகளை 'நடமாட்டப் பிணை மெக்காடம்' எனலாம். இவ் வகைச் சாலைகளின் முதல் அடுக்கில் பயன்படுத்தப்படும் பருவெட்டான பொருள்கள் நிலத்தளத்தினுள் செல்கின்றன. இவை போக்குவரவு நடமாட்டத்தின்பளுவைத் தாங்குவதற்குத் தேவையான உள் உராய்வை அளிக்கின்றன. அடுத்துவரும் அடுக்குகள்

இம்மாதிரி அடி அடுக்குகளின் மேல் இடப்பட்டு, போக்குவரவு நடமாட்டத்தால் நன்கு திண்மைப்படுத்தப் படுகிறது. இதனுல் ஓரளவிற்குச் சீரான பரப்பை அமைக்க இயலுகிறது. போக்கு வரவு நடமாட்ட அளவு நாளொன்றிற்குச் சில நூறுகளுக்கு மேற் படாமலிருக்கும் இடங்களில் இவ்வகைச் சாலைகளைப் பயன் படுத்தலாம். போக்குவரவு மிகுந்துள்ள இடங்களில் அமைக் கப்பட்டால் பராமரிப்புச் செலவு அதிகம் பிடிக்கும். சுண்ணும்புக் கற்களுக்குப் பிடிப்பு குணம் இருப்பதால், இவ்வகைச் சாலை களுக்கு அவை மிகவும் உகந்தவையாகும். மிக அதிக அளவு $\frac{1}{2}$ அங். முதல் $\frac{3}{4}$ அங். வரையுள்ள கற்களைக் கொண்டு கட்டுவது சாலச் சிறந்ததாகும். 1 முதல் $1\frac{1}{2}$ அங். வரை தடிப்புள்ள அடுக்குகளாகக் கட்டப்பட வேண்டும். முதலில் இடப்பட்ட அடுக்கு போக்குவரவு நடமாட்டத்தால் நன்கு திண்மைப் படுத்திய பின்னரே, அடுத்த அடுக்கை அதன்மேல் அமைக்க வேண்டும். சாதாரணமாகக் கீழ்க்காணும் தரநிலையிலுள்ள நொறுக்கப்பட்ட கற்களைப் பயன்படுத்துதல் நலம்:

அட்டவணை 13-2.

சல்லடை	கடந்து செல்லும் பொருளின் சத வீத அளவு (எடையின் அடிப்படையில்)
1″	100
$\frac{3}{4}$″	90 – 100
$\frac{3}{9}$″	20 - 55
எண் 4	0 – 10
எண் 8	0 - 5

இவ்வகைச் சாலைகளை உண்மையில் புற இயல்பு உறுதி நிலைப் படுத்தப்பட்ட சாலை வகையின் மறு உரு எனலாம். தற்போது இவ்வகைச் சாலைக்குப் பதில் கப்பிச் சாலைகளே பெரும்பாலும் கட்டப்படுகின்றன.

பராமரிப்பு

13–18. அவ்வப்போது சாலை மேற்பரப்பை ஒழுங்கு செய்ய வேண்டும். அத்துடன் மட்டுமன்றி தேவையான இடங்களில்

கற்களையிடுதலும் வேண்டும். போக்குவரவு நடமாட்டத்தினால் திண்மைப் படுத்தும்போது ஊர்திகளின் டயர்கள் கற்களால் பாதிக்கப்படுவதுடன், நிறைய தூசும் எழுகின்றது. இவ்வாறு தூசு எழுவதைத் தடுக்கச் சாலையின் பரப்பை எண்ணெயிட்டுப் பதப்படுத்தலாம்.

நிலக்கீலார்ந்த மெக்காடம் சாலை

13-19. *திரளைகளை நிலக்கீலார்ந்த* பொருள்களால் பிணைத்து அமைக்கப்படும் மெக்காடம் சாலை வகையினையே நிலக்கீலார்ந்த மெக்காடம்சாலை அல்லது 'ஊடுருவு மெக்காடம் சாலை' என்கிறோம். இவ்வகைச் சாலைகள் தற்போது பெருமளவில்—குறிப்பாகத் தகுந்த கற்கள் எளிதில் கிடைக்கப்பெறும் இடங்களில்—பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

சாலையில் இடுவதற்கு முன்னரே கற்களின் பரப்பில் மெல்லிய நிலக்கீல் படலத்தைப் பூசுவதற்குப் பதிலாக (எடுத்துக்காட்டுகள்: சாலைக் கலவை முறை, கருவித் தொகுதி கலவை முறை) சாலையின் மேற்பரப்பில் கற்களை இட்டுப் பின்னர் நிலக்கீலார்ந்த பிணைப்பானை அத்துடன் சேர்க்கின்றனர்.

13–20. நன்கு திண்மைப் படுத்தப்பட்ட நிலத்தளத்தின் மேல் தோராயமாக 3" தடிப்புள்ள ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அடித்தள அடுக்குகளை அமைத்து, அதன் மேல் தேய்பரப்பை அமைத்தலே ஊடுருவு மெக்காடம் சாலை கட்டுமான முறையின் சுருக்கமாகும். நிலத்தளத்தின் தாங்கு சக்தி, அச் சாலையைப் பயன்படுத்தும் போக்குவரவு நடமாட்டச் செறிவு, அவ் வழிச்செல்லும் ஊர்திகளின் மிக அதிக எடை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் அடித்தள அடுக்குகளின் எண்ணிக்கை அமைகிறது. இவ்வகைச்சாலை நடுத்தர செலவுச் சாலை வகையிலடங்கும்.

பொருள்கள்

13-21. *சீரான* குணங்கள் கொண்ட, நீண்ட தட்டை வடிவ துண்டுகளற்ற, தூய, உடைந்த கற்கள், உடைந்த கசடுகள் ஆகியவையே இவ்வகைச் சாலையின் இன்றியமையாக் கட்டுமானப் பொருள்களாகும். லாஸ் ஏஞ்சல் தேய்வுச் சோதனையின் அடிப்படையில் அடித்தளப் பொருளின் தேய்மானம் 50 சதத்திற்கு மிகாமலும், மேற்பரப்பு பொருளின் தேய்மானம் 40 சதவீதத்திற்கு மிகாமலும் இருக்கவேண்டும். அடித்தளத்திற்குப் பயன்படுத்தப்படும் கசடின் அலகு எடை 60

பவு/க.அ. ஆகவும், மேற்பரப்பிற்கு 70 பவு/க. அ. ஆகவும் இருக்கவேண்டும்.

அட்டவணை 13-3.

சல்லடை (ASTM)	கடந்து செல்லும் பொருளின் அளவு, சதவீதத்தில் (எடையின் அடிப்படையில்)
பருவெட்டான திரளை :	
2 ½″	100
2″	90 - 100
1½″	35 - 70
1″	0 - 15
½″	0 - 5.
இடைநிலைத் திரளைகள் : பிணைக்கும் கற்கள்:	
1″	100
¾″	90 - 100
⅜″	20 – 55
எண் 4	0 – 10
எண் 8	0 – 5
நுண் திரளைகள் — மேல் மூடுவதற்கான கல்துண்டு	
¾″	100
½″	90 - 100
⅜″	40 - 75
எண் 4	5 - 25
எண் 8	0 - 5.

சாதாரணமாக ஊடுருவு மெக்காடம் சாலைகளுக்கு மூன்று வித அளவுகள் கொண்ட திரளைகளைப் பயன்படுத்துகிறோம். 'புகைக்கீல் நிறுவனம்—அ. ஐ. நா' தந்துள்ள வகுத்துரைகள் அட்டவணை 13-3-ல் காணலாம். இவை, சாலை மேற்பரப்பு அடுக்குகளுக்கு மட்டுமே உரியவை (பக்கம் 368).

மேற்கண்ட அட்டவணையில் உள்ள வகுத்துரைகளில் நுண் திரளைக்கான தரநிலையைத் தவிர மற்றைய பொருள்களின் தரநிலை அடித்தளத்திற்குத் தேவையான திரளைக்கும் பொருந்தும். இடத்திற்கேற்ப, மேற்கூறிய வகுத்துரைகளி லிருந்து சற்று மாறுபட்டிருப்பினும், அப் பொருள்களைப் பயன் படுத்தலாம்.

13-22. இவ் வகைச் சாலைக்குப் பயன்படும் நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களின் இயல்புகளாவன:

(i) புகைக்கீல் சிமெண்ட் — ஊடுருவும் தன்மை 80 — 100, 100 — 120, 120 — 150 வெப்ப இயனிலையில் குறைந்த ஊடுருவும் தன்மையுள்ள புகைக்கீலையும், குளிர்ந்த இயனிலையில் அதிக ஊடுருவும் தன்மையுள்ள புகைக் கீலையும் பயன்படுத்தலாம். இந்தியாவின் தட்பவெப்ப நிலைமைக்கேற்ப ஊடுருவும் தன்மை 30 — 40 உள்ள புகைக்கீலைப் பயன்படுத்தலாம். இப் புகைக்கீல் வகையினை 350°F வெப்பநிலை வரை சூடாக்கலாம்.

(ii) சாலைத்தார்கள் — RT-10, 11 அல்லது 12 உள்ள தார் வகைகள். இவ் வகைகளை 250° F வரை சூடுபடுத்த லாம்.

(iii) பால்ம புகைக்கீல்—RS-1 அல்லது RS-2 இவ் வகைகளை 150° F வரை சூடுபடுத்தலாம்.

மழைக்காலங்களில் ஈரத்தினின்று திரளையைக் காக்க இவை பயன்படுகின்றன. திண்மைப்படுத்திய பின்பு 3 அங். தடிப்புள்ள அடுக்கினை அமைக்கத் தேவைப்படும் பொருள் களின் அளவு அட்டவணை 13-4-ல் கொடுக்கப் பட்டுள்ளது (பக்கம் 370).

கட்டுமான முறை

13-23. மூன்று அடுக்குகள் கொண்ட மெக்காடம் சாலை ஒன்றினை அமைப்பதாகக் கொள்வோம். அதற்குக் கீழ்க் காணும் கட்டுமான முறையைப் பின்பற்றலாம் :

(1) சாலையின் நிலத்தளத்தைத் தயாரித்தல்.

(2) பருவெட்டான திரளையைப் பரப்புதல்; உருட்டுதல்.

அட்டவணை 13-4.

தேவைப்படும் பொருள்களின் அளவு
(புகைக்கீல் நிறுவனம்)

திரளை	திரளை பவு/ச.க.	நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களின் அளவு கேலன்/ச.க.
திரளை	270	—
நிலக்கீலார்ந்த பொருள்கள்—முதல் முறை இடுதல்	—	1·50
பிணைக்கும் கற்கள் – முதல் முறை இடுதல்	30	—
நிலக்கீலார்ந்த பொருள்கள் — இரண்டாம் முறை இடுதல்	—	0·50
பிணைக்கும்கற்கள்—இரண்டாம் முறை இடுதல்.	25	—
நிலக்கீலார்ந்தபொருள்கள்—மூன்றும் முறை இடுதல்.	—	0·30
கல்துண்டுகள்	15	—
கல்துண்டுகள்—அதிகப்படியான கற்குவியல். (Stone Chips, Supplemental Stone—Pile)	10	—
மொத்தம்	350	2·30

(3) நிலக்கீலார்ந்த பொருளை முதல் முறையிடுதல்.

(4) பிணைக்கும் கற்களை (Keystone) முதன்முறை பரப்புதல்; பின்பு உருட்டுதல்.

(5) நிலக்கீலார்ந்த பொருளை இரண்டாம் முறையாக இடுதல்.

(6) பிணைக்கும் கற்களை இரண்டாம் முறை பரப்புதல்; பின்பு உருட்டுதல்.

(7) மூன்றும் முறையாக நிலக்கீலார்ந்த பொருளை இடுதல்.

(8) கல்துண்டுகளைப் பரப்பி மேற்பரப்பைப் பாதுகாப்பாக மூடுதல்.

13–24. மற்ற வகைச் சாலைகளைப் போன்றே இச் சாலையின் நிலத்தளத்தைத் தக்க வடிவிற்குக் கொண்டுவரவேண்டும். ஒழுங்கீனங்கள் ஏதாவது இருப்பின், அவற்றைச் சரிசெய்து, தக்க அளவில் சாய்வு வீதம், மேல்வாட்ட வளைவு ஆகியவை அமைக்கப்பட்டுள்ளனவா என்றும் சோதனை செய்யவேண்டும். பிறகு பருவெட்டான திரளையை அதன்மேல் பரப்பி, 8 முதல் 10 டன் எடையுள்ள உருளைகொண்டு உருட்டவேண்டும். பின்பு நிலக்கீல் பொருளை ஏற்ற வெப்பநிலைக்குச் சூடுபத்தி, சூடான அந் நிலக்கீல் பொருளை முதல் முறை இடவேண்டும். இவ்வாறு இடப்பட்ட அந் நிலக்கீலார்ந்த பொருள் திண்மைப்பட்ட அடுக்கிலுள்ள கற்களின் இடைவெளியில் கசிந்து இறங்குகிறது (Percolate). இவ்வாறு கசிந்து இறங்கிய பின்னர் அது குளர்ச்சியடைந்து விடுவதால், பருவெட்டான திரளையை நன்கு பிணைத்துக்கொள்கிறது. உடனடியாகப் பருவெட்டான கற்களின் இடைவெளியைப் பிணைக்கும் கற்களைக் (Key-Stone) கொண்டு நிரப்புகின்றனர். இதற்குப் பின்னர் மறுபடியும் உருட்டவேண்டும். இதேபோல் திரும்பவும் நிலக்கீலார்ந்த பொருளை இடவேண்டும்; பிணைக்கும் கற்களையிட்டுத் தக்க முறையில் உருட்டவேண்டும். இறுதியாக மூன்றும் தடவையாக நிலக்கீலார்ந்த பொருளையிட்டுப் பாதுகாப்பாக அதன்மேல் கல்துண்டுகளைப் பரப்பி உருட்டவேண்டும். இவ் விதமான பாதுகாப்புப் படலம் இட்ட 24 மணி நேரம் கழித்து, பின்னரே போக்குவரவு நடமாட்டம் அனுமதிக்கப்படுகிறது.

சிமெண்ட் பிணை மெக்காடம் சாலைகள்

13–25. இவ்வகைச் சாலைகள் தற்போது வழக்கத்திலில்லை. அண்மையில் வகுக்கப்பட்ட இந்திய வகுத்துரைகளிலும், அமெரிக்க நெடுஞ்சாலை வகுத்துரைகளிலும் இவ்வகைச் சாலைக்கான படித்தரங்கள் ஏதும் இருப்பதாகத் தெரியவில்லை. ஒரு காலத்தில் ஐரோப்பா, ஆஸ்திரேலியா கண்டங்களில் இவ்வகைச் சாலைகள் பெரிதும் பயன் படுத்தப்பட்டன. சிமெண்ட்–மணல் கலந்த அரைச்சாந்தினைத் தூய, பருவெட்டான நன்கு திண்மைப்படுத்தப்பட்ட திரளை அடுக்கின்

மேல் ஊற்றி, அதிலுள்ள இடைவெளிகளை அரைச்சாந்தினால் நிரப்பி நன்கு பிணைக்கச் செய்வதே இம் முறையின் அடிப்படையாகும். சுருங்கக்கூறின், இதன் விளைவு கலக்கப்படாமலேயே தயாரிக்கப்படும் கான்கிரீட் ஆகும்.

பொருள்கள்

13–26. உடைந்த கற்கள், உடைந்த கசடு அல்லது உடைக்கப்பட்ட கப்பி, ஓரளவு சீரான தரநிலை கொண்ட $1\frac{1}{2}''$ முதல் 2'' வரை அளவு நெடுக்கமுள்ள பருவவெட்டான பொருள் ஆகியவை இம் முறையில் அமைக்கப்படும் சாலைகளுக்குத் தேவைப்படுகிறது. சீரான தரநிலைகொண்டதாக (Uniformly Graded) விளங்கும் திரளையில் இடைவெளி நன்கு திறந்திருக்கும். இதனால் சிமெண்ட் அரைச்சாந்து எளிதில் ஊடுருவி உட்சென்று இடைவெளி முழுவதையும் நிரப்ப எளிதாக இருக்கும். நிலக்கீலார்ந்த முறையில் பயன்படுத்தப்படும் பருவெட்டான பொருள்களின் அளவே [அட்டவணை 13.3] இம் முறைக்கும் ஏற்றதாகும்.

13-27. அரைச்சாந்து தயாரிக்கப் பயன்படும் மணல் தூய்மையுடனும் சல்லடை எண் 8 முதல் எண் 1000 வரையிலுமுள்ள அளவுகளுக்கு இடையில் சீரான தரநிலைப்படுத்தப் பட்டும், சல்லடை எண் 50 வழியே 15 சதத்திற்குமேல் செல்ல இயலாததாயும் விளங்க வேண்டும்.

அரைச்சாந்து கலவை

13-28. அரைச்சாந்து கலவையின் சிமெண்ட், மணல் ஆகியவற்றின் விகிதம் முறையே 1: $1\frac{3}{4}$ அல்லது 1: 2 என இருக்கலாம். கலவையிலிருந்து மணல் தனியே பிரிந்துசெல்லும் அளவிற்கு அதிகப்படியான தண்ணீரைக் கலக்காமலும், அதே சமயம் இடைவெளிகளில் எளிதில் ஊடுருவத் தேவையான மிகக் குறைந்த அளவுத் தண்ணீருக்குக் குறையாமலும் தண்ணீரின் அளவு இருக்க வேண்டும். எடையின் அடிப்படையில் மணலைக் கலத்தல் சிறந்தது. அரைச்சாந்தினைப் பொறியின் உதவியால் நன்கு கலக்க வேண்டும். இறுதி வரையிலும் அதன் கூறுகளாகப் பிரிந்துபடாமல் இருத்தல் இன்றியமையாத குணங்களுள் ஒன்றாகும். அரைச்சாந்தின் அளவு (Quantity) இடைவெளிகளின் அளவைச் சார்ந்துள்ளது. கற்கள் நெருக்கமாகத் திணிக்கப்பட்டிருந்தால், குறைந்த அளவுச் சாந்தும், செறிவு குறைந்து திணிக்கப்பட்டிருந்தால், அதிக அளவுச் சாந்தும் தேவைப்படும்.

கட்டுமான முறை

13–29. நிலத்தளத்தைச் செம்மைப்படுத்தல், தோள் பகுதிகள் அமைத்தல், பருவெட்டான பொருள்களைப் பரப்பி உருளையைக்கொண்டு உருட்டுதல், அரைச்சாந்தினை உருட்டப் பட்ட சாலையின்மேல் ஊற்றுதல், முடிவு வேலை செய்தல் (Finishes), பதனப்படுத்துதல் (Curing) ஆகிய அனைத்தும் கட்டுமானப் பணியில் அடங்கி உள்ளன. அரைச்சாந்தினை ஊற்றுவதற்கு முன்பாக உடைந்த கற்களை இலேசாகத் தூவ வேண்டும். அரைச்சாந்தை ஊற்றிய பின்னர், 6 டன் உருளையைக்கொண்டு, சாலை மேற்பரப்பில் சீரான, வழ வழப்பான பரப்பு கிட்டும்வரை உருட்டவேண்டும். மேலும் சற்று அதிகமான அரைச்சாந்தைப் பயன்படுத்தலாம். $\frac{3}{8}'' - \frac{1}{2}''$ அளவுள்ள உடைந்த சிறு கற்களைக்கொண்டு சீரற்றஇடங்களைத் திருத்தலாம். மிகுதியாக உள்ள அரைச்சாந்தை விளக்குமாறு கொண்டு பெருக்கிவிடவேண்டும். 7 முதல் 21 நாள்வரை பதனப்படுத்திய பின்னர், போக்குவரவு நடமாட்டத்தை அச் சாலைமேல் அனுமதிக்கலாம்.

14. நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களால் பதனப்படுத்தப்பட்ட மேற்பரப்புள்ள சாலைகள்

(Bituminous Surface Treatments)

அறிமுகம்

14-1. சுமார் 1915-ஆம் ஆண்டிலிருந்து மோட்டார் ஊர்திகள் பெருமளவில் சாலையில் செல்லத் தொடங்கின. இதனால் கப்பிச் சாலைகள், நீர்ப்பிணை மெக்காடம் சாலைகள் ஆகியவை பாதிக்கப்பட்டன. அவற்றால் இவ்வதிகமான போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கு ஈடுகொடுக்க முடியவில்லை. ஆகவே, அவ்வகைச் சாலையின் மேற்பரப்பு விரைந்து அழிவதைத் தடுக்க, நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களால் பதப்படுத்தப்பட்டன. இதனால் நடுத்தர போக்குவரவு நடமாட்டத்தினை அவற்றால் தாங்க இயலுகிறது. நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களால் சாலை பரப்பைப் பதப்படுத்துவதில் கீழ்க்காணுபவை அடங்கியுள்ளன:

(a) முதற் படலம் (Prime Coat).

(b) மெல் இணைப்புப் படலம் (Tack Coat).

(c) தனிப்படலம், பல படலம் இட்டு மேற்பரப்பை பதப்படுத்தல் (Single Coat and Multiple Coat Surface Treatment).

(d) பாதுகாப்புப் படலம், வண்ணப்படலம், வழுக்காத படலம் இடுதல் (Seal Coats, Colour Coats and Non-Skid Coats).

சில சமயங்களில் விரிப்புப் படலங்கள் (Carpet Coats) 1″ வரை தடிப்பு இருப்பதால் அவற்றையும் மேற்கண்டவைகளுடன் சேர்க்கின்றனர்.

கட்டுமான முறை

முதல் படலம் (Prime Coat)

14-2. முன்னரே பதப்படுத்தப்படாத, திண்மை செய்யப் பட்ட மண், கப்பி, உறுதிநிலைப்படுத்தப்பட்ட மண், கங்கர், லேட்டரைட் அல்லது நீர்ப்பிணை மெக்காடம் அல்லது இவற்றையொத்த ஈர்க்கும் தன்மையுள்ள ஏனைய அடித்தளங்கள் போன்ற கடைக்கால் அடுக்கின்மேல் நிலக்கீலார்ந்த தேய்பரப்பை இடுவதற்கு முன்னர், திரவவடிமான நிலக்கீலார்ந்த பொருளால் ஒரு மெல்லிய படலம் இடப்படுகிறது. இம் மெல்லிய படலமே 'முதல் படலம்' எனப்படுகிறது.

14-3. முதல் படலம் இடுவதன் நோக்கங்களாவன.

(i) அடித்தளத்திற்கும், தேய்பரப்பிற்கும் இடையே இணைப்பை (Bond) அதிகரித்தல்.

(ii) அடித்தளத்தில் ஏதேனும் தளர்ந்த திரளையிருப்பின் அவற்றினை ஒன்றிணைத்தல்.

(iii) நுண்புழைகளை அடைத்து, நுண்புழையேற்றத்தைத் தடை செய்தல்.

(iv) மேற் பரப்பிலிருந்து தண்ணீர் உட்செல்வதைத் தடுக்கும் தற்காலிக தற்காப்பாக விளங்குதல்.

பொருள்கள்

14-4. முதல் படலத்திற்குப் பயன்படுத்தப்படும் நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களுக்கு அதிக ஊடுருவும் இயல்பும், பதனப் பட்டபின்னர் சாலையின் மேற்பரப்பிலுள்ள திரளை இடைவெளிகளில் அதிக பாகுத்தன்மைகொண்ட எச்சம், மிகுந்துள்ளவாறு இருக்கும் இயல்பும் உடையதாய் இருக்கவேண்டும். குறைந்த பாகுத்தன்மையுள்ள திரவ புகைக்கீல் அல்லது சாலைத்தார் இதற்கு ஏற்றதாகும். நடுத்தர பதனமடையும் வகை பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. MC-O வகை, RT-1 சாலைத்தார் முதல் படலத்திற்கு மிகவும் ஏற்றவையாகும். நம் நாட்டுச் சூழ்நிலைக்கு 100 சதுர அடிக்கு 20 பவுண்டு வீதம் தேவைப்படுகிறது. பருவெட்டான பொருள்கள் நிறைந்த அடித்தளமாயிருந்தால் MC-1 வகை, RT-2 வகை ஆகியவை

ஏற்றவையாகும். இடைவெளி நிறைந்த பகுதிகளில் 100 சதுர அடிக்கு 27 பவுண்டு முதல் 54 பவுண்டுவரை பயன்படுத்தப் படுகிறது. முதற் படலம் முழுமையும் 24 மணி நேரத்திற்குள் ஈர்க்கப்படாவிட்டால், இலேசாக மணலைத் தூவுவதன்மூலம் அது உறிஞ்சப்படுகிறது.

முதற்படலம் அமைக்கும் முறை

14-5. முதற்படலம் இடுவதற்கு முன்னர், சாலைப் பரப்பை ஒழுங்குபடுத்தவேண்டும். இதில் கீழ்க்கண்ட செயல்கள் அடங்கியுள்ளன:

(a) சாலையின் மேற்பரப்பிலுள்ள குழிகள், பள்ளங்கள் ஆகியவற்றைப் பழுதுபார்க்க வேண்டும். தளர் நிலையிலுள்ள பொருள்களை நீக்கி அவற்றிற்குப் பதில் உறுதியான ஒட்டிணைப்புப் பொருள்களைக் (Patching Materials) கொண்டு நன்கு பிணைக்கப்பட்ட பரப்பை அமைக்க வேண்டும்.

(b) மேடு, பள்ளங்களைச் சமப்படுத்துதல் வேண்டும்.

(c) தளர்வடைந்த பொருள்களையும், பிற பொருள்களையும் மேற்பரப்பிலிருந்து அப்புறப்படுத்தி, மேற்பரப்பைத் தூய்மை செய்தல் வேண்டும்.

முதல் படலமிடுதல்

14-6. மேற்கூறியவாறு தயாரிக்கப்பட்ட சாலைபரப்பில் தெளிப்பான் (Sprayer) உதவியாலோ அன்றி அழுத்தப்பரப்பி களாலோ குறிப்பிட்டவீதத்தில் சீராக முதற்படலம் பரப்பப்படு கிறது. இப் பணிக்குக் குறைந்தது 50°F வெப்பநிலை இருக்க வேண்டும். சாலையின் மேற்பரப்பு உகந்த நிலையிலாவது அல்லது ஓதம் தோய்ந்த (Damp) நிலையிலாவது இருக்கலாம்.

மணலிடுதல்

14-7. முதற்படல முழுமையும் சாலைபரப்பால் உறிஞ்சப் படுதல் விரும்பத்தக்கதாகும். அவ்வாறன்றி 24 மணி நேரம் கழித்த பின்னரும் முதல்படலம் முழுமையாய் உறிஞ்சப் படாவிட்டால், இலேசாக மணலைத் தூவி மிகுதியாக உள்ள முதல்மத்தைப் (Primer) போக்குதல் நல்லது. புறப்பரப்பை இடுவதற்கு முன்னர் தளர்நிலையிலுள்ள அல்லது மிகுதியாக உள்ள மணல் அடித்தளத்திலிருந்து நீக்கப்படுகிறது. முதற் படலம் இட்ட பின்னர் சாதாரணமாக உருட்டுதல் தேவைப் படுவதில்லை. சில சமயங்களில் புதியதாகக் கட்டப்படும்

நெகிழும் வகை அடித்தளத்தின்மேல் முதல் படலம் இட்டால் உருட்டுதல் தேவைப்படலாம். மேற்பரப்பை முதற் படலத்தின் மேலிடுவதற்கு முன்னர் அதன்மேலுள்ள தளர் நிலையிலுள்ள மணலை நீக்க வேண்டும்.

மெல்லிணைப்புப் படலம்

14-8. பழைய, நிலக்கீலார்த்த பொருள்களாலான மேற்பரப்பு, போர்ட்லண்ட் சிமெண்ட், கான்கிரீட் மேற்பரப்பு, செங்கற்களால் ஆன மேற்பரப்பு போன்ற முதலிலேயே பதப் படுத்தப்பட்ட அல்லது தயார் செய்யப்பட்ட பரப்புகளின்மேல் இடப்படும் முதல் ஒரு படலத்திற்கு 'மெல்லிணைப்புப் படலம்' என்று பெயர். புதிய நிலக்கீலார்ந்த அடித்தளம், புதிய அல்லது பழைய கான்கிரீட் அடித்தளம் ஆகியவைமீது தேய்பரப்பை இடும்போது, மெல்லிணைப்புப் படலம் தேவைப் படலாம். தற்போதுள்ள சாலைப் பரப்பிற்கும், புதிய நிலக் கீலார்ந்த பரப்பிற்கும் இடையே போதிய இணைப்பை உண்டாக்குதலே மெல்லிணைப்புப் படலம் அமைப்பதன் முக்கிய நோக்கமாகும்.

பொருள்கள்

14-9. முதல் படலத்தினைக் காட்டிலும் மெல்லிணைப்புப் படலத்திற்குப் பாகுநிலை அதிகமுள்ள பொருள்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. RC-2, RC-3, RC-4, விரைந்து முறியும் தன்மையுள்ள பால்ம புகைக்கீல், 120-150 அல்லது 150-200 ஊடுருவும் இயல்புடைய புகைக்கீல் சிமெண்ட், RT-4 முதல் RT-9 வரையுள்ள சாலைத்தார் வகைகள் ஆகிய நிலக் கீலார்ந்த பொருள்களை இதற்கெனப் பயன்படுத்துகின்றனர். நமது நாட்டில் நீர்ப்பிணை மெக்காடம் பரப்பில் 100 சதுர அடிக்கு 15 முதல் 20 பவுண்டு வீதமும், இதர வகை சாலைகளுக்கு 12 முதல் 15 பவுண்டு வீதமும் தேவைப் படுகின்றது.

மெல்லிணைப்புப் படலம் அமைக்கும் முறை

14-10. மெல்லிணைப்புப் படலம் பெரும்பாலும் பழைய பரப்புகளின் மேலிடுதலால், அப் பரப்புகளைச் செம்மையாக்குதல் மெல்லிணைப்புப் படலம் அமைக்கும் முறையில் முதல் கட்டமாகும். எனவே, பழைய மேற்பரப்பிலுள்ள குழிகள், பள்ளங்கள் போன்றவற்றை நீக்கி, உறுதியான திரளைகொண்டு திண்மைப்படுத்தல், அலை அலையாய் நெளிந்துள்ள

மேற்பரப்பைச் சமன் செய்தல் ஆகியவை இதில் அடங்கும். அடித்தளத்தின் தடிப்பு போதுமான அளவு இல்லாத சமயங்களில், அடித்தளத்தின் தடிப்பினை அதிகரித்தலும் இதன் கண்ணே அடங்கும். சாலையின் மேற்பரப்பிலுள்ள தளர் நிலையில் இருக்கும் பொருள்களை அப்புறப்படுத்த வேண்டும்.

மெல்லிணைப்புப் படலமிடுதல்

14-11. சாலையின் அடித்தளம் விரும்பிய நிலையடைந்தவுடன் அதன் உலர்ந்த பரப்பின்மீது தக்க கருவிகளைக்கொண்டு குறிப்பிட்டதொரு சீரானவீதத்தில் மெல்லிணைப்புப் படலம் ஒன்றையிடவேண்டும், பால்ம வகையைச் சேர்ந்த நிலக்கீல் பொருளாக இருந்தால், அடித்தளத்தின் மேற்பரப்புச் சற்று ஓதம் தோய்ந்த (Damp) நிலையிலிருக்கவேண்டும். இவ்வாறு பதப்படுத்தப்பட்ட பரப்பு தக்க ஒட்டும் தன்மை பெறும்வரை உலர்த்தப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட அளவு ஒட்டும் தன்மையடைந்ததும் அதன்மேல் நிலக்கீலார்ந்த தேய்பரப்பை அமைக்கலாம்.

சாலை மேற்பரப்பைப் பதப்படுத்தல்

14-12. நிலக்கீலார்ந்த பொருள்கள், 1 அங்குலத்திற்கு அதிகமாகத் தடிப்புள்ள திரளைகள் ஆகியவற்றைக்கொண்டு மெல்லியத் திரையொன்றினைச் சாலை மேற்பரப்பில் அமைத்தலையே 'சாலை மேற்பரப்பைப் பதப்படுத்தல்' என வழங்குகின்றனர். மண் சாலை, கப்பிச்சாலை, நீர்ப்பிணை மெக்காடம் சாலை' ஆகிய சாலை வகைகளின்மேல் இம் முறை மேற்கொள்ளப்படுகிறது, சாதாரணமாக இத்தேய் பரப்பின் தடிப்பு $\frac{1}{2}''$ முதல் $\frac{3}{4}''$ வரை இருக்கும். தேய்பரப்பு பல படலமுள்ளதாக இருப்பின், அதன் தடிப்பு இதற்கும் சற்று அதிகமாக இருக்கும்.

14-13. இம் முறையில் கட்டப்படும் தேய்பரப்புகள் வழுக்காத தன்மையையும், காட்சிநிலைத் தன்மையையும் (Visibility) பெற்றிருக்கும். ஆயினும் இவை மிக மெல்லியதாக இருப்பதால், அவற்ருல் அதிக எடையைத் தாங்க இயலுவதில்லை. அதாவது இவற்ருல் சாலையின் வலிவை மேற்கொண்டு அதிகரிக்கச் செய்ய இயலுவதில்லை. எனவே, இவ்வகைச் சாலையின் வலிவை அதன் அடித்தளம், நிலத்தளம் ஆகியவற்றினைப் பொறுத்தே உள்ளது. இவ்வாறு பதப்படுத்தும் முறை மற்ற சில் முறைகளைக் காட்டிலும் சிக்கனமானது. குறைந்த செலவுச் சாலைகளை இம் முறையால் பதப்படுத்தி

அதிகரித்துச் செல்லும் போக்குவரவு நடமாட்டத் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்யலாம். இத் தேய்பரப்பு சில சமயங்களில் 'கவசப் படலம்' (Armour - coats) எனவும் வழங்கப்படுகின்றது.

கவசப் படலத்தின் முக்கிய பணிகள்

14-14. (i) கீழுள்ள அடுக்குகளை, போக்குவரவு நடமாட்டத்தால் விளையும் தேய்விலிருந்தும் சிதைவிலிருந்தும் காப்பாற்றுதல்.

(ii) சாலைப் பரப்பிலுள்ள நீர் அதன் உள் அடுக்குகளுக்கு ஊடுருவுவதைத் தடுத்தல் அல்லது குறைத்தல்.

(iii) தூசு போன்றவற்றை மட்டுப்படுத்தல்.

போக்குவரவு நடமாட்டம் மிகையாக உள்ள பகுதிகளில்—குறிப்பாக அதிக சக்கர எடை கொண்ட (Wheel Load) ஊர்திகள் செல்லுமிடங்களில்—அவற்றின் விளைவுகளைத் தடுக்கும் ஆற்றல் இவ் வகைப் பரப்புகளுக்கு இருப்பதில்லை. இப் பரப்புகளில் ஒரு படலமோ அன்றி பல படலங்களோ இருக்கக்கூடும்.

ஓர் அடுக்குப் பதப்படுத்தல் (Single Surface Treatmnet)

14-15. இது நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களையும், திரளையையும் கொண்டு உருவாக்கப்படும் ஒரு படலம் கொண்ட தேய்பரப்பாகும். இதில் நிலக்கீலார்ந்த பொருளின் மேல் திரளையைச் சீராக ஒரே அடுக்கில் இட்டு, பின்னர் உருட்டப்படுகின்றது. பயன்படுத்தப்படும் மிகப் பெரிய கல்லின் அளவுக்குத் தோராயமாக இதன் தடிப்பு இருக்கும்.

பல அடுக்குப் பதப்படுத்தல் (Multiple Surface Treatment)

14-16. இம் முறையில் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தடவைகள் நிலக்கீலார்ந்த பிணைப்பான்களையும், திரளையையும் பயன்படுத்துகின்றனர். முதலில் பரப்பப்பட்ட நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களின் மேல் பருவெட்டான திரளையை இட்டு, பின்னர் அதன் மேல் நிலக்கீலார்ந்த பொருளையும், சிறு திரளையையும் பயன்படுத்தி இரண்டு அல்லது மூன்று அடுக்குகள் இடுகின்றனர். பொதுவாக முதல் அடுக்கில் பயன்படுத்தப்பட்ட திரளையில் பாதியை அடுத்த அடுக்கில் பயன்படுத்துகின்றனர். ஒவ்வொரு தடவையும் திரளையைச் சீராக ஒரே அடுக்கில் இடவேண்டும். ஒவ்வோர் அடுக்கின் தடிப்பும் அதில் பயன்படுத்தப்படும் திரளையின் மிக அதிக அளவிற்கு மிகாமல் இருக்க வேண்டும்.

பொருள்கள்

14-17. இதற்குப் பயன்படும் திரளை உடைக்கப்பட்ட கற்களோ அன்றி நொறுக்கப்பட்ட கசடோ அல்லது நொறுக்கப்பட்ட கப்பியோ ஆகும். இப் பொருள்கள் தூய்மையாகவும், கடினமாகவும், நீண்ட நாள்கள் உழைக்கக் கூடியதாகவும் இருக்கவேண்டும். தூசு, மெல்லிய களிமண் திரை, களிமண் உருண்டைகள் போன்ற விரும்பத்தகாத பொருள்கள் இருக்கக் கூடாது. இதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் திரளைக்கு நீரின் மேல் உள்ள நாட்டத்தைக் காட்டிலும் நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களினிடத்து அதிக நாட்டம் இருக்கவேண்டும். காற்றால் குளிர்ந்த கசடுகளை இதற்கெனப் பயன்படுத்தலாம். கசடின் எடை கன அடிக்கு 70 பவுண்டிற்குக் குறையாமல் இருக்க வேண்டும். இத் திரளையின் லாஸ் ஏஞ்சல் சோதனையின் மதிப்பு 40 சதவீதத்திற்கு அதிகப்படாமல் இருக்கவேண்டும்.

மேலும், இம் முறைக்குப் பயன்படும் திரளையின் தர நிலை நெடுக்கம் $\frac{1}{2}$ அங்குலத்திலிருந்து ASTM-சல்லடை 10 வரை ஆகும். இம் முறையில் பயன்படுத்தப்படும் நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களாவன: செறிவு மிக்க பின்னடைவு நிலக்கீல் வகைகள், செறிவுமிக்க எண்ணெய் வகைகள்(எடுத்துக்காட்டுகள்): SC-6, அதிக ஊடுருவும் புகைக்கீல் சிமெண்ட்; விரைந்து இறுகும் பால்ம வகைகள், செறிவுள்ள தார் வகைகள். திரளை நுண்ணியதாக இருப்பின், செறிவு குறைந்த SC வகைகளோ அன்றி அவற்றிற்குச் சமமான தார் வகைகளோ பயன்படுத்தலாம். சாதாரணமாக SC-6, இலேசான RC அல்லது MC எண்ணெய் வகைகளை இதற்கெனத் தேர்ந்தெடுக்கின்றனர்.

கட்டுமான முறைகள்

14-18. **நிலத்தளத்தைத் தயாரித்தல்:** முதலில் நிலத்தளத்தில் காணப்படும் ஒழுங்கீனங்களைச் சரிசெய்ய வேண்டும். குழி, பள்ளம் போன்றவற்றை அகற்றவேண்டும். தளர்வாக இருக்கும் பொருள்களை நீக்கிவிட்டு அவற்றின் இடத்தில் புதிய பொருள்களை இட்டு நன்கு திண்மைப்படுத்தவேண்டும். சாய்வு விகிதம், மேல் வாட்ட வளைவு போன்றவற்றைத் தேவையான அளவிற்கு அமைக்கவேண்டும். இவ்வாறு நிலத்தளத்தைத் தயார் செய்த பிறகு, தேவைப்பட்டால் 'முதல் படலம்' இடலாம். அவ்வாறு செய்வதாயிருந்தால், 'முதல் படலம் இடுதலில்' (14-5—14-7) கூறியவாறு செய்யவேண்டும். இம் முதல் படலம் (முதல் படலம் இட்டிருந்தால்) பதப்பட்டு

பின்னரே நிலக்கீலார்ந்த பிணைப்பான்களை அதன் மேலிட வேண்டும்.

நிலக்கீலார்ந்த பொருள், திரளை ஆகியவற்றை இடுதல்

4-19. குறிப்பிட்டதொரு வீதத்தில், தக்க வெப்பநிலையில், அழுத்தம் பரப்பிகளின் உதவியாலோ, அன்றி தெளிப்பான்களின் உதவியாலோ, நிலக்கீலார்ந்த பிணைப்பான்களைத் தயார் செய்யப்பட்ட நிலத்தளத்தின் மீது சீராக இடவேண்டும். நிலக்கீலார்ந்த பொருளைப் பரப்பிய உடன், திரளையைப் பொறிகளின் உதவியாலோ, அன்றிக் கைகளினாலோ, குறிப்பிட்ட வீதத்தில் அதன் மேல் இடவேண்டும். நிலக்கீலார்ந்த பொருளைப் பரப்புவதற்கும், திரளையை இடுவதற்கும் இடையே காலதாமதம் ஏதும் இருக்கக்கூடாது. இப்பணி முடிந்ததும், எஃகுச் சக்கரங்கள் கொண்ட உருளையைக்கொண்டு ஒருமுறை சாலை முழுவதினையும் உருட்டவேண்டும். பிறகு மேற்பரப்பைப் பெருக்கவேண்டும். இதற்குப் பின்னர் 8-10 டன் எடை உருளையைக்கொண்டு உருட்டவேண்டும். ஓர் அடுக்கு இடுவதாக இருந்தால், அதற்குச் சதுர கஜத்திற்கு 0·20—0·40 காலன் (gallon) நிலக்கீலார்ந்த பொருளும், 10 முதல் 25 பவுண்டு திரளையும் தேவைப்படுகிறது.

4-20. இவ்வாறு மேற்பரப்பைப் பதப்படுத்துகையில் மழை ஏதும் இருக்கக்கூடாது. நல்ல வெயில் பொழுதாகவும், காற்று குறைந்தும் இருத்தல் சிறந்தது. தளத்தின் மேற்புறம் உலர்ந்தும், தூய்மையாயும் விளங்கவேண்டும். பல அடுக்குகள் கொண்ட மேற்பரப்பை அமைக்க வேண்டி இருப்பினும், மேற்கூறிய முறைகளைப் பின்பற்றி நிலக்கீலார்ந்த பொருளையும், திரளையையும் அடுத்தடுத்து இடவேண்டும். பொதுவாக அடுத்தடுத்த அடுக்குகளை உடனுக்குடன் இடுதல் நன்று. ஆனால், பால்ம வகைப் புகைக்கீலைப் பயன்படுத்தும்போது, இக் கால இடைவெளி குறைந்தது 24 மணி நேரமாகும். எல்லாப் பணிகளும் முடிந்த 24 மணி நேரம் கழிந்த பின்னரே, அச் சாலையில் போக்குவரவு நடமாட்டம் நடைபெற அனுமதிக்கப் படுகிறது.

பாதுகாப்புப் படலம், வண்ணப்படலம், வழுக்காத படலம் ஆகியவை இடுதல்,

பாதுகாப்புப் படலம் (Seal Coat)

4-19. இது சிலவகை நிலக்கீலார்ந்த தேய்பரப்புகளின் மேலிடப்படும் மிக மெல்லிய இறுதியாக அமைக்கப்படும்

படலமாகும். இதன் முக்கியப் பணி சாலையின் மேற்பரப்பு வழியாக நீர் உள் நுழைவதைத் தடுப்பதேயாகும். இதைத் தவிர வழுக்குவதைத் தடுப்பதற்கும், இரவில் காட்சி நிலையை அதிகரிக்கச் செய்வதற்கும் இது பயன்படுகிறது.

வண்ணப் படலம் (Colour Coat)

4-20. நிலக்கீலார்ந்த பொருளையும், நம் விருப்பத்திற்கேற்ற நிறமுடைய திரளையையும் இதற்கெனப் பயன்படுத்தலாம். நிலக்கீலார்ந்த கான்கிரீட் ஓடு பாதையில் (Runway) இவை பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

வழுக்காத படலம் (Non-Skid Coat)

4-21. வழுக்கும் தன்மையுள்ள மேற்பரப்புச் சாலைகளில் இவை பயன்படுகின்றன. இவ் வழுக்காத படலத்தில் மிக மெல்லிய ஒற்றை அடுக்கில் நிலக்கீலார்ந்த பொருளையிட்டு அதன் மேல் இலேசாக நுண்திரளை அல்லது மணலைப் பரப்புவர்.

பொருள்கள்

4-22. மேற்கூறிய வெவ்வேறு வகைப் படலங்களுக்கும் பயன்படுத்தப்படும் திரளை, நிலக்கீலார்ந்த பொருள்கள் ஆகியவற்றின் தன்மைகள் மிகவும் மாறுபடுகின்றன. (எடுத்துக் காட்டுகள்): நிலக்கீலார்ந்த பொருளின் தரம், அதைப் பரப்ப வேண்டிய வீதம், திரளையின் மிக அதிக அளவு போன்றவை.

4-23. நம் நாட்டில் 100 ச. அடிக்கு $\frac{3}{8}$ அங். இந்திய சாலைக் கழக படித்தர அளவுள்ள திரளையில் $3\frac{1}{2}$ கன அடியும், புகைக்கீல் அல்லது தார் வகைகளில் 25 பவுண்டும் பாதுகாப்புப் படலத் திற்கும், அதற்குப் பின் புதுப்பிக்கப்படும் படலங்களுக்கும் பயன் படுத்துகின்றனர். விரைந்து பதப்படும்வகை, நடுத்தரமாகப் பதப்படும் வகை, மெல்ல பதப்படும் வகை ஆகிய திரவ புகைக்கீல் வகைகளை இதற்கெனப் பயன்படுத்து கிறோம். செறிவுமிக்கசாலைத் தார்வகைகளும், புகைக்கீல் சிமெண்ட் வகைகளும் இதற்குப் பயன்படுகின்றன. சலித்த பொருள்களைப் (Screenings) பிணைப்பதற்குத் தேவையான ஒட்டாற்றலையும், போக்குவரவு நடமாட்டத்தினால் நிகழும் திரளை இழப்பைத் தடுப்பதற்கு ஏற்ப இவ் வொட்டாற்றல் விரைவில் அதிகரிக்கும் தன்மையையும் பெற்றுள்ள நிலக் கீலார்ந்த பொருளையே தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். பொதுவாக

விரைந்து பதமடையும் பின்னடைவு புகைக்கீல் அல்லது அதைப் போன்ற பிற பொருள்களைப் பயன்படுத்துகின்றோம்.

பாதுகாப்புப் படலத்திற்குப் பயன்படும் நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களின் அளவு வீதம் சதுர கஜத்திற்கு 0·45 காலனிலிருந்து 0·25 காலன் வரை வேறுபடுகின்றது. வண்ணப்படலத்திற்கும் வழுக்காத படலத்திற்கும் சதுர கஜத்திற்கு 0·15 காலனிலிருந்து 0 25 காலன் வரை பயன்படுத்துவதால் சிறந்த விளைவுகள் உண்டாகின்றன.

கட்டுமான முறை

4–24. மேற்கூறிய படலங்களின் கட்டுமான முறை ஓரடக்கு பதப்படுத்தல் முறைக்குப் பின்பற்றப்படும் கட்டுமான முறையைப் போன்றதே. உருளையைக் கொண்டு உருட்டி முடித்த பின்னர், பிணைப்பான் நன்கு பதனமடைந்து, இறுகி வேண்டிய அளவு பிணைக்கும் ஆற்றல் பெற்ற பின்னரே, போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கு அச்சாலையைத் திறந்துவிட வேண்டும்.

15. விரிப்புப் படலம் சாலைக் கலவை, மற்றும் நிலக்கீலார்ந்த இதர நடுத்தரச் செலவு சாலைகள்

(Carpet Coat, Road-Mix and Intermediate Type Bituminous Plant-Mix Surfaces)

விரிப்புப் படலம் (Carpet Coat)

15-1. பல சமயங்களில் போக்குவரத்து அதிகமாக உள்ள சாலைகளின் தேய்பரப்பின் தன்மைகளில் முன்னேற்றம் காண்பதற்கு அதன் மேல் மெல்லிய படலம் இடுகிறோம். முன்பு கண்ட 'மேற்பரப்பிணைப் பதப்படுத்தும்' முறையிலுள்ளதைப் போன்று இப் படலம் மெல்லியதாக இருப்பினும், அமைக்கும் முறையால் வேறுபடுகின்றது. இம் முறையில், திரளையையும், நிலக்கீலார்ந்த பொருளையும் நன்கு கலந்து, பரப்பப்பட்டு, பின்னர் உருட்டப்படுகின்றது. நம்நாட்டில் போக்குவரத்து நடமாட்டம் அதிகமுள்ள சாலைகளில் இம் முறை பெரிதும் பின்பற்றப்படுகின்றது. இம் முறையைக் 'கருவி-கலவையால் பதப்படுத்தும் முறை' (Plant-Mix Surface Treatment) என்று வழங்கலாம்.

15-2. விரிப்புப் படலத்தின் தலையாய பணிகளாவன:

(a) தேய்மானத்தைக் குறைக்கும் தேய்பரப்பாகப் பயன்படுகின்றது.

(b) தண்ணீர் மேலிருந்து உள் நுழையா வண்ணம் தடுக்கும் பாதுகாப்புப் படலமாக விளங்குகின்றது.

பொருள்கள்

15-3. நொறுக்கப்பட்ட கல், கசடு அல்லது சீரான தன்மையுள்ள கப்பிகள் ஆகியவை இதற்குப் பயன்படுகின்றன. இவை தூய்மையுடனும், தட்டையான துண்டுகளின்றியும், களிமண் போன்ற மென்மையான பொருள்கள் இல்லாமலும், விளங்கவேண்டும். திரளையின் மிக அதிக அளவு $\frac{3}{4}''$ இருத்தல் நன்று.

நிலக்கீலார்ந்த பொருள்கள்

(1) புகைக்கீல் சிமெண்ட் 80/100 அல்லது குறைந்த ஊடுருவும் தன்மையுள்ளவை. போக்குவரவு நடமாட்டம் குறைந்த பகுதிகளுக்கு மென்மையான நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

(2) பின்னடைவு புகைக்கீல் RC-3, RC-4.

(3) வெவ்வேறு வகையான பால்ம புகைக்கீல்.

(4) RT-7-லிருந்து RT-12 வரையுமான சாலைத்தார் வகைகள்.

கட்டுமான முறை

15-4. முதலிலேயே படலமிடப்பட்ட, உடைந்த, தரநிலை செய்யப்பட்ட கல்துண்டுகளை 1 அங். தடிப்பிற்கு சாலை மேலிடுதல்.

நிலக்கீலார்ந்த விரிப்பினை இடுதற்குத் தேவையான பொருள்களாவன :

(1) கல்துண்டுகள்

(i) $\frac{1}{2}$ அங். இந்திய சாலைக் கழகம் படித்தர அளவு ... ... 7 க. அடி.

(ii) $\frac{3}{8}$ அங். இந்திய சாலைக் கழக படித்தர அளவு ... ... 4 க.அடி.

(2) நடுத்தர பருவெட்டான மணல் ... ... 1 க.அடி.

(3) மெல்லிணைப்புப் படலமிடத் தேவையான பிணைப்பான் ... ... 15 பவு.

(4) மணலிற்குப் படலமிடத் தேவையான பிணைப்பான் ... 8 பவு/1 க.அ. மணல்.

விரிப்பினை இடும் முறை

15-5. கம்பியாலான தூரிகையைக் கொண்டு (Wire Brush) சாலை மேற்பரப்பிலுள்ள பிற பொருள்களையும் தளர்வுற்ற மண்ணையும் நீக்குதல்.

(ii) தூரிகை, விளக்குமாறு ஆகியவற்றினைக் கொண்டு பெருக்குதல்.

(iii) பழைய கோணிப்பைகளைக் கொண்டு தூசு போன்றவற்றை இறுதியாக நீக்குதல்.

(iv) மேற்கண்டவாறு தயாரிக்கப்பட்ட சாலையின் மேற்புறம் 80/100 ஊடுருவும் இயல்புள்ள புகைக்கீலை 350°F வரை சூடுபடுத்தி, 100 சதுர அடிக்கு 15 பவுண்டு வீதம் மெல்லிணைப்புப் படலம் அமைப்பதற்கெனத் தெளிக்கின்றனர். உடைந்த கல் துண்டுகளையோ அல்லது கப்பியையோ கலவை இயந்திரத்தினுள் வைத்து நன்கு கலந்து, உலரவைக்கின்றனர். பின்னர் அத்துடன் வேண்டிய அளவு (15 பவுண்டு) புகைக்கீலைச் சேர்த்து ஒவ்வொரு துண்டிலும் புகைக்கீல் நன்கு படியும் அளவிற்குச் சிறந்த முறையில் கலக்கவேண்டும். இவ்வாறுகலக்கப்பட்டகலவையை எக் காரணத்தைக் கொண்டும் தூய்மையற்ற இடங்களில் சேமித்து வைக்கக்கூடாது. இயந்திரத்தினுல் நன்கு கலக்கப்பட்ட பின்பு, சிறு கை வண்டிகளிலோ, (Wheel-Barrows), தூக்குக் கட்டில்களிலோ (Stretchers) அவற்றினை நிரப்பலாம்.

கலவையைப் பரப்புதல்

15-6. மெல்லிணைப்புப் படலமிட்டு முடிந்தவுடன், முன்பு கூறிய வண்ணம் தயாரிக்கப்பட்ட 'புகைக்கீல் - உடைந்த கல் துண்டுகள் அல்லது கப்பிக் கலவையை' வறண்டி (Rake) கொண்டு திண்மைப் படுத்திய பின்னர் அதன் தடிப்பு 1 அங். இருக்குமாறு பரப்ப வேண்டும். வார்ப்பட மாதிரிச் சட்டத்தைக் கொண்டு திருத்தமான வளைவும், அமைப்பாண்மை செய்யப்பட்டதற் கொப்ப, நெட்டாங்கு வெட்டுத் தோற்றமும் கிடைக்கச் செய்ய வேண்டும். சாலை மேற்பரப்பில் 50 அடி நீளத்திற்குப் புகைக்கீல் – கல் துண்டு அல்லது கப்பிக் கலவையை இட்டு முடிந்தவுடன், 8–10 டன் எடையுள்ள உருளையைக் கொண்டாவது அல்லது அதிர்விகளைக் கொண்டாவது திண்மைப் படுத்தலாம். சாலை விளிம்பில் முதலில் உருட்டத்

தொடங்கி மெதுவாக மையப் பகுதிக்கு வரவேண்டும். இரு முறை உருட்டிய பின்பு நெட்டாங்கு திசையில் 20 அடி நீளத்தில் $\frac{1}{4}''$-க்கு மிகுதியாக உள்ள ஏற்றத் தாழ்வுகளையும், குறுக்கு வெட்டில் $\frac{1}{4}''$ க்கு மிகுதியாக உள்ள ஏற்றத் தாழ்வுகளையும் தக்க மட்டத்திற்குக் கொண்டுவந்த பின்னர் திரும்பவும் திண்மைப்படுத்தப் படுகிறது.

மணல் பரப்புதல்

15-7. மேற்கூறிய பணிகள் முடிவடைந்த பின்னர் தூய நடுத்தர பருவெட்டான, 80/100 ஊடுருவும் தன்மையுள்ள புகைக்கீலால் 1 க. அடி மணலுக்கு 8 பவுண்டு வீதம் படலமிடப் பட்ட மணலை 100 ச. அடிக்கு 1 க. அ. வீதம் பரப்ப வேண்டும். இவ்வாறு பரப்பப்பட்டு 24 மணி நேரம் கழித்த பின்னர் அச் சாலையில் போக்குவரவு நடைபெற அனுமதிக்கின்றனர்.

பாதுகாப்புப் படலமிடுதல்

15-8. மேற்கூறியவாறு நிலக்கீலார்ந்த பிரிப்பினை இட்டு ஆறு மாதம் முதல் ஓராண்டுக் காலத்திற்குள் பாதுகாப்புப் படலம் இடுதல் வேண்டும். இதற்கு $\frac{3}{8}''$. இந்திய சாலைக்கழக படித்தர அளவுள்ள உடைந்த கல்துண்டுகளும், 100 சதுர அடிக்கு 20 பவுண்டு வீதம் 80/100 ஊடுருவும் தன்மையுள்ள புகைக்கீலும் தேவைப் படுகின்றன.

சாலைக்கலவை - நடுத்தர வகை கருவித் தொகுப்பு கலவை பரப்புகள்

(Road - mix and Intermediate - Type Bituminous Plant Mix)

15–9. இத் தலைப்பின் கீழுள்ள நிலக்கீலார்ந்த தேய்பரப்பு இடும் முறைகள் நடுத்தர வகையைச் சார்ந்தவை. பொதுவாக இவை 1 அங்குலத்திற்கு மேற்பட்ட தடிப்புடன் இருக்கும் போக்குவரவு நடமாட்டம் மிகுதியாக உள்ள இடங்களில் இவை பயன்படுகின்றன. இவை பழைய அல்லது புதிய அடித் தளங்கள் மீதும், பலவகையான பழைய தளங்களின் மீதும் புனர் – பரப்பிடுவதற்கும் ஏற்றவை.

15–10. சாலைக்கலவை அல்லது புலக்கலவை என்பது ஒருவித கட்டுமான முறையாகும். இம் முறையில் தற்போதுள்ள சாலைப் பரப்பின் மேற்புறத்திலோ அன்றி அடித்தளத்தின் மேற்

புறத்திலோ திரளையையும், நிலக்கீலார்ந்த பொருளையும் நன்கு கலந்து, பின்னர் அதனைச் சாலையின் மேற்புறம் பரப்புகின்றனர்.

15-11. கருவித் தொகுப்பு கலவை முறை என்பது மற்றொரு வித கட்டுமான முறையாகும். இம் முறையில் மத்திய கலக்கும் கருவியில் திரளையையும், நிலக்கீலார்ந்த பொருளையும் கலக்கின்றனர். இக் கலவையைப் பணி நடக்கும் இடத்திற்குக் கொண்டு சென்று சாலை மேற்புறத்தில் பரப்புகின்றனர். இதே முறை 'அதிகச் செலவு நிலக்கீலார்ந்த சாலை' அமைக்கவும் பயன்படுகின்றமையால், மேற்கூறிய வண்ணம் கட்டப்படும் சாலையை 'நடுத்தர செலவு நிலக்கீலார்ந்த சாலை' என வழங்குகிறோம்.

'சாலைக்கலவை' மேற்பரப்புகள்

15-12. 'சாலைக்கலவை' தளம் என்பது சாலைக்கலவை முறையைப் பின்பற்றி அமைக்கப்படும் 1½ அங். முதல் 3 அங். வரை தடிப்புள்ள (திண்மை செய்த பின்னர்) சாலை மேற்புற அடுக்காகும். கப்பி, கசடு, உலர்ந்த கற்கள் அல்லது நீர்ப்பிணை மெக்காடம் ஆகிய அடித்தளங்களின் மீது இவ்வகை பரப்பு இடப்படுகின்றது. இவ் வடித்தளம் ஏற்கெனவே பயன்படுத்தப் பட்ட சாலையாக இருக்கலாம்; அல்லது புதியதாக நிர்மாணம் செய்யப்பட்ட அடித்தளமாகவும் இருக்கலாம். பழைய அடித்தளமாக இருந்தால், முதலில் அதன்மேல் மேற்பரப்பு இடத்தக்க நிலைமைக்கும் கொண்டுவருதல் முக்கியமான பணியாகும். இம் முறை, 'கருவியில் கலக்கும்' முறையைக் காட்டிலும் தரத்தில் குறைந்து விளங்கினும், அதைக் காட்டிலும் சிக்கனமானது. தரத்தில் குறைந்து விளங்குவதற்கு முக்கியமான காரணம், இம் முறையில் சிறந்த விதத்தில் தரநிலையைக் கட்டுப்படுத்த இயலாமையே ஆகும்.

15-13. நிலக்கீலார்ந்த சாலைக்கலவை முறையைப் பொதுவாக மூவகைப் படுத்தலாம்:

(i) மெக்காடம் திரளை வகை அல்லது திறந்த தரநிலை வகை (Macadam Aggregate Type of open graded Type)

(ii) அடர்த்தியான தரநிலை வகை (Dense graded Type)

(iii) 'இடத்தில் கலக்கப்படும் மணல்-புகைக்கீல்' முறை (Mix In Place Sand Asphalt)

மெக்காடம் திரளை வகை அல்லது திறந்த தரநிலை வகை

15–14. இவ்வகைக்குப் பயன்படுத்தப்படும் பெரும்பான்மையான திரளை ஒரே அளவு உடையனவாய் இருக்கும். சாதாரணமாக 1 அங். முதல் 3 அங். வரை இப் பரப்பின் தடிப்பு இருக்கும். நன்கு பிணைக்கப்பட்ட அடித்தளம் அல்லது பழைய பரப்பு ஆகியவற்றின் மீது அமைக்கத் தக்க திரளை எளிதில் கிடைக்கும் இடங்களில் இவ் வகை ஏற்றதாகும். தவிரவும், 'மத்திய கலக்கும் கருவி' தேவைப்படாத இடங்களிலும் இவ் வகைப் பரப்பை அமைக்கலாம். நொறுக்கப்பட்ட கல், கசடு, கப்பி ஆகியவை இதற்குப் பயன்படுகின்றன. லாஸ் ஏஞ்சல் சோதனையில் 40 சத வீதத்திற்கு மிகாமலும், திண்மைப் படுத்திய பின்னர் அலகு எடை 70 பவுண்டு/ க.அ-க்குக் குறையாமலும் இருக்க வேண்டும். பின்னடைவுப் புகைக்கீலில் RC-3, RC–4, RC–5, MC-3, MC–4, அல்லது MC–5 ஆகியவை; பால்ம வகை புகைக்கீல், நடுத்தர அல்லது மெல்ல இறுகும் சாலைத்தார் வகைகளுள் RT–6, RT-7, RT–8 அல்லது RT-9 ஆகியவை பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இப்பரப்பை அமைத்து முடிந்ததும் அதன்மேல் பாதுகாப்புப் படலமொன்றை இடுகின்றனர்.

அடர்த்தித் தரநிலை வகை

15–15. இவ் வகையில் பயன்படுத்தப்படும் திரளையின் அளவு நெடுக்கம் முதல்வகையினதைக் காட்டிலும் அதிகமாகும். இவ் வகையில், பருவெட்டான அளவிலிருந்து நுண்ணிய அளவுவரையிலும் திரளை தர நிலை செய்யப்படுகிறது. பழைய கப்பிச் சாலை அல்லது நொறுக்கப்பட்ட கற்களால் ஆன மேற்பரப்புள்ள சாலை ஆகியவற்றிற்கு இவ்வகை ஏற்றதாகும்.

பொருள்கள்

15-16. நொறுக்கப்பட்ட திரளையும், நொறுக்கப்படாத திரளையும் இவ் வகையில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

பருவெட்டான திரளை: நொறுக்கப்பட்ட கல், கசடு, நொறுக்கப்பட்ட அல்லது நொறுக்கப்படாத கப்பி.

நுண் திரளை: மணல், சுண்ணும்புக் கல் தூசு அல்லது தக்க குணங்கள் கொண்ட நுண் துகள்களுள்ள மண்.

தவிரவும், சல்லடை எண் 4 வழியே சென்று, எண் 10-ல் தங்கும் திரளையின் அளவு குறைந்தது 10 சத வீதம் இருக்க

வேண்டும். கட்டுமான முறைக்கேற்ப தேவைப்படும் நிலக்கீலார்ந்த பொருளும் சற்று மாறுபடுகின்றது.

(a) இயங்கும் கருவித் தொகுதி முறை (Travel Plant Mix):

பின்னடைவுப் புகைக்கீல்: RC-4, MC-4.

பால்ம புகைக்கீல்: MS-2.

தார்கள்: RT-6, RT-7 அல்லது RT-8.

(b) கூர் விளிம்புக் கருவியால் கலக்கும் முறை (Blade Mix):

பின்னடைவுப் புகைக்கீல்: RC-2, RC-3, MC-2 அல்லது MC-3.

பால்ம புகைக்கீல்: MS-2.

தார்கள்: RT-5, RT-6.

'மணல்-புகைக்கீல்' முறை

15-17. இவ்வகையில் இயற்கையாகக் கிடைக்கும் மணலைத் திரவ புகைக்கீலுடன் கலந்து தேய்பரப்பை உருவாக்குகின்றனர். இதன் தடிப்பு 3 அங். முதல் 6 அங். வரை இருக்கும். இதற்கெனத் தனிப்பட்ட அடித்தளம் வேண்டுவதில்லை. இயற்கையான அல்லது உறுதிநிலை செய்யப்பட்ட மணல் அடித்தளத்தின்மீது இதனை நேரடியாக இடலாம். சாலையில் கலக்கும் வகைகளுக்குப் பின்பற்றப்படும் கட்டுமான முறைகள் இதற்கும் ஏற்றவையே.

கட்டுமான முறை

15-18. வெவ்வேறு வகையான இருமுறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன. அவையாவன: இயங்கும் கருவித் தொகுதி முறை, கூர் விளிம்புள்ள கருவியால் கலக்கும் முறை. இவ்விரு முறைகளுள் ஏதேனும் ஒன்றினைப் பின்பற்றித் திரளையையும், நிலக்கீலார்ந்த பிணைப்பானையும் நன்கு கலந்த பின்னர், சாலைப் பரப்பின்மேல் நன்கு பரப்பப்படுகிறது. பிறகு 7-10 டன் எடையுள்ள மூன்று சக்கர உருளையின் உதவியால் சீராகவும், நல்ல முறையிலும் திண்மைப் படுத்தப்படுகின்றது. இந் நிலையில் சாலை கரடுமுரடின்றி விளங்குகின்றதா எனச் சோதிக்கப்படுகிறது. $\frac{1}{4}$ அங். மேற்பட்ட ஏற்றத்தாழ்வுகள் நீக்கப்பட்டுச் சாலை பரப்பு ஒழுங்கு செய்யப்படுகின்றது.

நடுத்தர வகை-நிலக்கீலார்ந்த-கருவித் தொகுப்பு கலவைப் பரப்புகள்

15-19. புலத்தில் கலக்கும் முறையைக்காட்டிலும் கருவித் தொகுப்பு கலவை முறை சிறந்ததாகும். இம் முறையில் திரளை, நிலக்கீலார்ந்த பொருள் ஆகியவற்றின் தரங்களைக் கட்டுப் படுத்த முடிகிறது. எனவே, மிகச் சிறந்த பணிகளுக்கு இம் முறையே ஏற்றதாகும். தவிரவும் இம் முறையில் கீழ்க்காணும் நன்மைகளுள்ளன:

(i) திரளை, நிலக்கீலார்ந்த பொருள் ஆகிய இரண்டினையுமே சூடுபடுத்த இயலுவதால், கட்டுமானத்தை ஆண்டின் எந்தப் பருவத்திலும் வைத்துக் கொள்ளலாம்.

(ii) பாகுநிலை அதிகமுள்ள நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களைப் பயன்படுத்த இயலுகிறது.

(iii) போக்கு வரவு நடமாட்டத்திற்கு அதிக இடையூறு விளைவிப்பதில்லை.

மேற்கூறிய நன்மைகளால், கருவித் தொகுப்பு முறை பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

15-20. கருவித் தொகுப்புமுறையில், இரு வகைகள் உள:

(i) ஓர் அளவுத் தரநிலை வகை.

(ii) அடர்த்தித் தரநிலை வகை.

ஓர் அளவுத் தரநிலை வகை

15-21. சாலை கலத்தல் முறையிலுள்ள 'திறந்த தரநிலை வகை' அல்லது 'ஓர் அளவுத் தரநிலை வகை'க்குப் பயன் படுத்தப்படும் திரளை இம் முறைக்கும் ஏற்றதாகும்.

நிலக்கீலார்ந்த பொருள்கள்

விரைந்து பதனமடையும் புகைக்கீல் RC-4, RC-5 மெல்ல பதனமடையும் புகைக்கீல் SC-6, ஊடுருவும் இயல்பு 85-100 முதல் 150-200 வரை உள்ள புகைக்கீல் சிமெண்ட், நடுத்தரமாக இறுகும் இயல்புள்ள பால்ம புகைக்கீல், பாகுநிலை மிகுந்த தார்வகை போன்றவை இவ்வகைப் பரப்பிற்குப் பயன் படுகின்றன.

அடர்த்தித் தரநிலை வகை

15-22. இதற்குப் பலவகை தரநிலைகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. மேற்பரப்பிற்கு அளவில் குறைந்த திரளையையும், அடித்தள அடுக்குகளில் சற்று அதிக பருவெட்டான திரளையையும் பயன்படுத்தலாம். திரளையில் நொறுக்கப்பட்ட கல் அல்லது கப்பி, நுண்மையாக நொறுக்கப்பட்ட கல் அல்லது மணல் போன்ற நிரப்பிகள் (Fillers) ஆகிய யாவும் அடங்கி இருக்கவேண்டும். மேலும், திரளையில் 10 சதவீதத்திற்குக் குறையாமல் 10 எண் சல்லடையில் தங்க வேண்டும். தேய்வு சதவீதம் 50-க்கு மிகாமல் இருத்தல் நன்று.

கட்டுமான முறை

15–23. தேவைக்கேற்ப, சாலைப்பரப்பினைச் செம்மைப் படுத்தியபின்னர், பிற பொருள்களையும் அப்புறப்படுத்தி நன்கு பெருக்க வேண்டும். அடித்தளத்திற் கேற்றுற்போல் முதற் படலத்தினையோ அன்றி மெல்லிணைப்புப் படலத்தினையோ இடவேண்டும். திரளையை உலர்த்தி, நிலக்கீலார்ந்த பொருளைப் பயன்படுத்தக்கூடிய வெப்பநிலைக்குமேல் 25°F வெப்பநிலை இருக்குமாறு திரளையைச் சூடுபடுத்தவேண்டும். பிறகு கலக்கும் இயந்திரத்தில் ஏற்றி, அங்கு முன்பே தீர்மானிக்கப்பட்ட அளவு நிலக்கீலார்ந்த பொருளை அத்துடன் சேர்த்து சுமார் ½ நிமிடத்திற்கு நன்கு கலக்கின்றனர். பின்னர் கலக்கும் பொறியிலிருந்து தூய்மையான டிரக்குகள்மூலம் கொண்டு செல்லப்பட்டு, வானிலை வெப்பம் 40°F-க்குக் குறையாமல் இருக்கும்போது, சாலையின் மேற்பரப்பில் பரப்பப் படுகின்றது. செதுக்குப்பொறியின் (Blade grader) உதவியால் இது செய்யப்படுகின்றது. தக்க குறுக்கு வெட்டு கிடைத்த வுடன், 7 முதல் 10 டன்வரை எடையுள்ள உருளைகளினால் திண்மைப்படுத்தப்படுகின்றது.

16, உயர்வகை நிலக்கீலார்ந்த தளங்கள்
(High Type Bituminous Pavements)

16–1. உயர்வகை நிலக்கீல் தளங்கள் போக்குவரவு நடமாட்டம் மிகுந்த இடங்களில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. தக்கமுறையில் அமைப்பாண்மை செய்யப்பட்டு கட்டப்படும் உயர்வகை நிலக்கீலார்ந்த தளங்கள் மிக மிகுதியான போக்கு வரவு நெரிசலையும்—உந்துவண்டி, மிதிவண்டி, மாட்டு வண்டி ஆகியவை கலந்த கலப்படமான நடமாட்டம் (Mixed Traffic), டிரக்கு நடமாட்டம் ஆகிய அனைத்தையும்—தாங்க வல்லவை. இவ்வித சாலைகளின் ஊழியக்காலம் குறைந்தது இருபது ஆண்டுகளாகும்.

16–2. எல்லா உயர்வகை நிலக்கீலார்ந்த தளங்களுக்கான கலவைகள், மத்திய கலவைக் கருவித் தொகுப்பில் தயாரிக்கப் படுகின்றன. இவ்வகைத் தளங்களின் தடிப்பு சுமார் 1 அங்குலத் திலிருந்து 5 அல்லது அதற்கும் மேற்பட்ட தடிப்புடன் இருக்கக் கூடும். இவ்வகைத் தளங்களின் தேய்பரப்புகளின் முடி மிகவும் குறைந்தே காணப்படுகின்றன. 1 அடிக்கு $\frac{1}{8}''$ மட்டுமே இருக்கின்றது.

16-3. தக்க, தரமான, அரை திடநிலையில் உள்ள நிலக்கீலார்ந்த பிணைப்பான்களுடன், நன்கு தரநிலை செய்யப் பட்ட திரளையைச் சிமெண்ட் கான்கிரீட் கலவைக்குச் செய்வதைப்போன்று தக்க விகிதத்தில் கலப்பதால், பருவெட்டான பொருள்களின் இடைவெளிகளை நுண்ணிய பொருள்களும், நுண்ணிய பொருள்களின் இடைவெளிகளை நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களும் நிரப்புவதால், மிக அடர்த்தியான கலவை உருவாகின்றது. இவ்விதக் கலவையினையே உயர் வகை நிலக்கீல் பொருள்களாலான தளங்களை அமைக்கப்

பயன்படுத்துகின்றனர். நடுத்தர வகையில் குறிப்பிடப்பட்ட 'அடர்த்தித் தர நிலை கருவித் தொகுப்பு கலவை' (Dense graded Plant mixes) வகையினைக் காட்டிலும் (15-22) நிலக்கீலார்ந்த கான்கிரீட் கலவை வகையில் பொருள்களைத் தக்க விகிதத்தில் எடுத்து, கலந்து உருவாக்குவதற்கு அதிக விழிப்புணர்வு தேவைப்படுகிறது. எனவே, நிலக்கீலார்ந்த கான்கிரீட் சாலையின் முடிவு வேலைகளும் (Finish), இயல்புகளும் நடுத்தர வகையினதைக் காட்டிலும் மேம்பட்டு விளங்குகின்றன.

16–4. உயர்வகை நிலக்கீலார்ந்த சாலைகளைக் கீழ்க்காணும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்:

(1) சூடாகக் கலந்து சூடான நிலையிலேயே இடப்படும் தளங்கள் (Hot Mix, Hot Laid Pavements).

(a) புகைக்கீல் வகைகள்:

(i) புகைக்கீல் கான்கிரீட்.

(ii) தாள் புகைக்கீல் (Sheet Asphalt).

(iii) மணல் புகைக்கீல்.

(b) தார் கான்கிரீட்.

(2) சூடாக அல்லது குளிர் நிலையில் கலந்து குளிர் நிலையில் இடப்படும் தளங்கள் (Hot mix or Cold mix, Cold-laid Pavements).

(i) புகைக்கீல் கான்கிரீட்.

(ii) தார் கான்கிரீட்.

இனி உயர்வகை நிலக்கீலார்ந்த சாலைகளின் பிரிவுகளைப் பற்றி சுருக்கமாகக் காண்போம்.

சூடாகக் கலந்து சூடான நிலையில் இடப்படும் தளங்கள்

புகைக்கீல் கான்கிரீட் தளம்

16-5. பருவெட்டான திரளை, நுண்ணிய திரளை, தாதுப் பொருள்களாலான நிரப்பிகள் ஆகியவற்றினையும் நிலக்கீலார்ந்த பொருளையும் இரண்டறக் கலந்து உருவாக்கப்பட்ட கலவையினையே புகைக்கீல் கான்கிரீட் என்கிறோம். இக் கலவையினை அதன் தர நிலையின் அடிப்படையில் இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன: (i) பருவெட்டான தர நிலையுடையவை, (ii) நுண்ணிய தர நிலையுடையவை. ASTM.

சல்லடை எண் 10-ல் 40 சதவீதத்திற்கு மேல் தங்கும் பருவெட்டான பொருள்களையுடைய கலவையினைப் பருவெட்டான தரநிலையுடைய கலவை என்கிறோம். இவ்வகைக் கலவையில் உள்ள திரளை ஒன்றோடு ஒன்று பின்னி இருக்கத் (Inter Lock) தேவைப்படும் அளவிற்குப் பருவெட்டான பொருள்கள் கலவையில் இருப்பதாகக் கருதப்படுகிறது. பருவெட்டான பொருள்கள் 40 சதவீதத்திற்கும் குறைந்துள்ள கலவையினை நுண்ணிய தரநிலையுடைய கலவை என்கிறோம்.

16-6. பருவெட்டான தரநிலையையுடைய கலவையை மேலும் இரு உட்பிரிவாகப் பிரிக்கலாம்: (i) அடர்த்தியான தரநிலை யுடையவை; (ii) திறந்த தரநிலை உடையவை. இவ்விரு வகைகளுக்குமிடையே உள்ள வேறுபாட்டை எளிதில் கூற இயலுவதில்லை. அடர்த்தியான தரநிலைக் கலவையில் வெவ்வேறு அளவுள்ள பிரிவுகள் (Fractions) மிகுந்திருக்கும். ஒவ்வொரு பிரிகையின் வரம்புகளும் திறந்த தரநிலை வகையை விட, மிகுந்த கவனத்துடன் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. பொதுவாகக் கூறுமிடத்து அடர்த்தியாகத் தரநிலை செய்யப்பட்ட கலவைக்கு, திறந்த தரநிலைக் கலவைக்குத் தேவைப்படும் பிணைப்பானைக் காட்டிலும் சற்றுக் குறைந்த அளவே தேவைப்படும்.

16-7. நுண்ணிய தரநிலையுடைய புகைக்கீல் கான்கிரீட்டை 'கற்கள் நிரப்பப்பட்ட தாள் புகைக்கீல்' (Stone Filled Sheet Asphalt) என்றும் வழங்குகின்றனர். பருவெட்டான தரநிலையுடைய கலவைக்கும், தாள்-புகைக்கீலுக்கும் இடைப்பட்ட நிலையில் நுண்தரநிலைக் கலவை உள்ளது. நுண்ணிய தரநிலைக் கலவையை அடித்தளத்தின் மீது நேரிடையாக இட்டு, சுமார் 2 அங். தடிப்பிற்குத் திண்மைப்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறின்றி தாள்-புகைக்கீல் இடும் முறையைப் போன்றே அடித்தளத்தின் மீது 'பிணைப்பு அடுக்கு' ஒன்றினை இட்டு (Binder Course) அதன்மீது நுண்தரநிலைக் கலவையை இடலாம். புகைக்கீல் கான்கிரீட் கலவைகள் 'சூடுபடுத்தப் படும் முறையில்' (Hot Process) தயாரிக்கப்படுகின்றன. கலத்தல், சாலையில் இடுதல் ஆகிய யாவும் அதிக வெப்ப நிலையில் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.

தாள் புகைக்கீல்

16-8. கவனமுடன் தரநிலை செய்யப்பட்ட நுண்ணிய திரளை அல்லது மணல், தாதுப் பொருள் நிரப்பிகள், புகைக்கீல்

சிமெண்ட் ஆகியவற்றினைக் கொண்டு உருவாக்கப்படும் தளக் கலவையைத் 'தாள்-புகைக்கீல்' என்கிறோம் பெரும்பாலும் இது மேற்பரப்பு அடுக்காகவே பயன்படுகின்றது. இதனை 1 அங். முதல் $1\frac{1}{2}$ அங். வரை தடிப்புள்ள பிணைப்பு அடுக்கின் மீதோ அன்றி பழைய கான்கிரீட் அல்லது செங்கல் தளம் போன்ற ஏற்கெனவே உள்ள அடித்தளத்தின் மீது நேரிடையாகவோ இடலாம். தாள் புகைக்கீல் தளங்கள் $\frac{1}{2}$ அங்குலத்திலிருந்து 3 அங்குலம் வரை தடிப்புள்ளவையாய் இருப்பினும், பெரும்பான்மையான தாள் புகைக்கீல் தளம் 1 அங். முதல் $1\frac{1}{2}$ அங். வரை தடிப்புள்ளவையே. தாள் புகைக்கீல் தளத்திற்குப் பயன்படும் பிணைப்பு அடுக்கிற்கான கலவை ஏறத்தாழ திறந்த தர நிலை புகைக்கீல் கான்கிரீட் கலவையப் போன்றதே: தாள் புகைக்கீல் தளம் நகரங்களில் பயன்படுத்த உகந்தவை. தாள் புகைக்கீல் தளக் கலவையைத் தயாரிப்பதும், இடுவதும் அதிக வெப்ப நிலையில் நடைபெறுகின்றன.

மணல்-புகைக்கீல்

16-9. தகுந்த மணல், புகைக்கீல் சிமெண்ட் ஆகியவற்றினைக் கலந்து தயாரிக்கப்படும் தளமே 'மணல்-புகைக்கீல் தளம்' எனப்படுகிறது. இவ்வகைத் தளமிடத் தக்க மணல் மலிவாகக் கிடைக்கவேண்டுவது அவசியமாகும். மணல் - புகைக்கீல் கலவையைக் கொண்டு சாலையின் மேற்பரப்பிடலாம், அடித்தளமும் அமைக்கலாம். ஏறத்தாழ தாள் புகைக்கீல் கலவையினைத் தயாரிப்பது போன்றே மணல்-புகைக்கீல் கலவையினையும் தயாரிக்கின்றனர். ஆனால், தாள் புகைக்கீல் கலவைத் தயாரிக்க அதிக விழிப்புணர்வு தேவைப்படுவதுடன், கட்டுதிட்டங்களும் மிகுதியாக உள்ளன. ஆனால், மணல் - புகைக்கீல் கலவைக்கு அவ்வாறில்லை. எனவே, தாள்-புகைக்கீல் கலவையைக் காட்டிலும் சற்று அடர்த்திக் குறைவாக இருப்பதுடன் உறுதி நிலைக் குறைந்தும் காணப்படும்.

தார் கான்கிரீட்

16-10. நிலக்கீலார்ந்த கலவைகளுள் தார்-கான்கிரீட் கலவையும் ஒன்றாகும். இவ்வகைக் கலவையில் செறிவுமிக்க தார்வகைகள பிணைப்பான்களாகப் பயன்படுகின்றன. RT-9, RT-10. RT-11, RT-12 போன்ற சாலைத்தார் வகைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தார் கான்கிரீட் தளங்களில் ஓர் அடுக்கு அல்லது இரு அடுக்குகளாவது கட்டுவது வழக்கம். பிணைப்பு அடுக்கினைப் பயன்படுத்தினால், அதன் தடிப்பு $1\frac{1}{2}$ அங். முதல் 3 அங். வரை இருக்கலாம். அதன் மேற்பரப்பு அடுக்கு $\frac{1}{2}$ அங்.

முதல் 1 அங். வரை தடிப்புடன் இருக்கலாம். இவ்வகைத் தளங்களின் மீது பாதுகாப்புப் படலமிடுதல் வேண்டும்.

சூடாக அல்லது குளிர்நிலையில் கலந்து குளிர்நிலையில் இடப்படும் தளங்கள்

16-11. நிலக்கீலார்ந்த பொருளைக் 'குளிர் நிலையில் கலத்தல்' என்பதை 'வெப்பமின்றிக் கலத்தல்' எனக் கொள்ளுதல் தவறு ஏனெனில், இவ்வகையிலும் கூட நிலக்கீலார்ந்த பொருளை ஓரளவிற்குச் சூடுபடுத்திய பின்னரே நிலக்கீலார்ந்த கான்கிரீட்டைத் தயாரிக்க முடிகிறது. எனினும், இவ்வகைக் கலவையைத் தயாரிக்கத் தேவைப்படும் வெப்பநிலை வெப்பக்கலவை வகைகளுக்குத் தேவைப்படும் சூட்டைக் காட்டிலும் மிகவும் குறைந்ததாகும்.

16-12. மத்தியக் கலவை கருவித் தொகுப்பிலிருந்து சாலை அமைவிடம் வெகுதூரத்திலிருக்கும் சமயங்களிலும், எதிர்காலத்திற்குப் பயன்படுத்துவதற்கென கலவையைச் சேமித்து வைக்கும் சமயங்களிலும் இவ் வகைக் 'குளிர் நிலைக் கலவை' முறையினைப் பின்பற்றுகின்றனர். இவ் வகைக் கலவையைச் சாலைப்புலத்தில் இடும் முறை வெப்ப முறையில் தயாரிக்கப்படும் கலவையினை இடும் முறையினையும் போன்றதே.

புகைக்கீல் கான்கிரீட்

16-13. குளிர்நிலை புகைக்கீல் கான்கிரீட் கலவையை இருவகைப்படுத்தலாம்: (i) நீர்மமாக்கி வகை (Liquefier) (ii) பொடி செய்யப்பட்ட புகைக்கீல் வகை. நீர்ம மாக்கி வகைக் கலவைகள் சாலையின் மேற்பரப்பு அடுக்குகளிடவும், பிணைப்பானகவும் பணியாற்ற வல்லவையாகும். பருவெட்டான திரளை, நுண் திரளை புகைக்கீல் சிமெண்ட், நீர்மமாக்கி, நீர்மச் சுண்ணும்பு (Hydrated Lime) போன்ற பொருள்கள் நீர்மமாக்கி வகைக் கலவை தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன. 85/100 ஊடுருவும் தன்மையுள்ள புகைக்கீல் சிமெண்ட், AASHO-M 83-42-வில் காணப்படும் இயல்புகள் கொண்ட நாஃப்தா ஆகியவை நீர்மமாக்கியாகவும் பயன்படுகின்றன. பருவெட்டான திரளையே இவ்வகையில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது,

16-14. பருவெட்டான திரளை, நுண்திரளை, பொடி செய்யப்பட்ட புகைக்கீல், இளக்கி எண்ணெய் (Flux Oil) ஆகிய பொருள்களைக் கலந்து 'பொடி செய்யப்பட்ட புகைக்கீல் வகைக்' கலவையைத் தயாரிக்கின்றனர். இவ்வகைக்குப் பயன்படுத்தப்படும் புகைக்கீல் அதிகக் கடினத் தன்மை

கொண்டது; மிகக் குறைந்த ஊடுருவும் இயல்பையும் உடையது. பொடி செய்யப்பட்ட பின்னர் ASTM எண் 20 வழியே குறைந்தது 95 சத வீதமும், ASTM எண் வழியே குறைந்தது 50 சத வீதமும் செல்லுதல் வேண்டும்.

குளிர் நிலையில் இடப்படும் தார் கான்கிரீட்

16·15. சாலைத்தார் வகைகள் RT-8–லிருந்து RS-11 வரை குளிர் நிலையில் இடப்படும் தார் கான்கிரீட் கலவைக்குப் பயன் படுத்தப் படுகின்றன. தயாரிக்கும்போது கலவைகள் ஓரளவு சூடுபடுத்தப் படுகின்றன. இதற்கெனப் பயன்படுத்தப்படும் திரளையின் தரநிலை நிலக்கீலார்ந்த கான்கிரீட் கலவைக்குப் பயன்படுத்தப்படும் திரளையின் தர நிலையைப் போன்றதாகும், கட்டுமான முறையும் நிலக்கீலார்ந்த கான்கிரீட் தளமிடு வதற்குப் பின்பற்றப்படும் கட்டுமான முறையினை ஒக்கும்.

உயர் வகை நிலக்கீலார்ந்த தளங்களுக்கான கலவைகளின் அமைப்பாண்மை

16–16. உயர்வகை நிலக்கீலார்ந்த தளங்களுக்கான கலவைகளின் அமைப்பாண்மை முறையின் கோட்பாடுகளைப் பற்றி மேலளவில் காண்போம். இக் கோட்பாடுகள் எல்லா உயர்வகை நிலக்கீலார்ந்த தளங்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் கலவைகளுக்கும் பொருந்தும்.

16-17. நிலக்கீலார்ந்த கலவைக்கு மிகவும் இன்றி யமையாத அடிப்படை இயல்புகளாவன: (i) உறுதி நிலைப்பாடு (Stability) (ii) நீடித்து உழைக்கும் தன்மை (Durability). உறுதி நிலைப்பாடு கீழ்க்காணுமாறு வரையறுக்கப்படுகிறது: போக்கு வரவு இயக்கத்தினால் ஏற்படும் தகைவுகளினால் நிரந்தரமான வடிவமாற்றம் கணிசமான அளவிற்கு அடையாமல் அத்தகைவு களுக்கு ஈடு கொடுக்கும் இயல்பினையே 'உறுதி நிலைப்பாடு' எனலாம். போதிய உறுதி நிலைப்பாடற்ற கலவையால் கட்டப் படும் சாலையின் பரப்பில் ஊர்திச் சக்கரங்களினால் 'பதியும் தடங்கள்' (Ruts) போன்ற வடிவமாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன.

நீடித்து உழைக்கும் தன்மை

16–18 காற்று, தண்ணீர், வெப்பநிலை மாறுபாடு ஆகிய வற்றால் நிகழும் சேதத்தினைத் தடுக்கும் ஆற்றலையே 'நீடித்து உழைக்கும் தன்மை' என்கிறோம். உயர்வகை நிலக்கீலார்ந்த சாலைகள், அவற்றின் ஊதியக் காலம் முழுமையிலும் உறுதி நிலைப்பாட்டுடன் இருக்க வேண்டுவது முக்கியமாகும்.

16-19. தற்போது 'உறுதிநிலைப்பாடு – வெறுமைப்பகுதிக் கொள்கை' (Stability voids Theory) என்ற முறையினைப் பின் பற்றி நிலக்கீலார்ந்த தளக் கலவையின் கூறுகளை விகிதப் படுத்துகின்றனர். இக் கொள்கை அடர்த்தியின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளது. கலவையின் அடர்த்தியினை இடைவெளிப் பகுதியின் அடிப்படையில் கூறலாம். கலவையின் 'இடை வெளிப் பகுதி' என்பது திரளையாலோ அன்றி நிலக்கீலார்ந்த பொருளாலோ நிரப்பப்படாமல் காற்று, தண்ணீர் ஆகியவை மட்டுமே உள்ள பகுதியினையே குறிக்கும். அடர்த்தியான கலவையில் இடைவெளிப் பகுதி மிகவும் குறைந்து காணப்படும். ஆனால் தளர்ச்சியான கலவையில் வெறுமைப்பகுதி மிகவும் அதிகமாகக் காணப்படும். எனவே 'உறுதிநிலைப்பாடு-இடை வெளிப் பகுதிக் கொள்கை' அணுகு முறையின் அடிப்படை யாவது: 'அடர்த்தி மிகுந்து காணப்படும் கலவையில் உறுதி நிலைப்பாடும் மிகுந்தே விளங்கும். எனவே, உறுதிநிலைப்பாடு மிகுந்து விளங்கும் வண்ணம் அமைப்பாண்மை செய்யப்பட்ட கலவைகள் நீடித்து உழைக்கும் இயல்பையும் பெற்றிருக்கும்.'

16–20. நிலக்கீலார்ந்த கலவையின் இயல்புகள் பெருமளவிற்குத் திரளையின் தன்மையைப் பொறுத்துள்ளன. கலவைகளுக்கு அநேக தரநிலைகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. திரளையைப் பருவெட்டான திரளை, நுண்ணிய திரளை, தாதுத் துகள்கள் எனப் பகுத்துள்ளனர். இவற்றுள் பருவெட்டான திரளை ASTM–எண் 10–ல் கடந்து சென்று எண் 200-ல் தங்கும். நுண்ணிய திரளை ASTM 10-ல் தங்கும். தாதுத் துகள்கள் ASTM - 200-ல் கடந்து செல்லும். இக் கலவைகளின் இயைபு (Composition) பலதரப்பட்டன. சில கலவைகள் நுண்திரளை மிகவும் குறைந்தோ அன்றி இல்லாமலோ பருவெட்டான நயத்துடன் (Textured) காணப்படுகின்றன. வேறு சிலவற்றுள் பருவெட்டான திரளை குறைந்தோ அன்றி இல்லாமலோ நுண்நயத்துடன் விளங்குகின்றன. உலகெங்கிலுமுள்ள நெடுஞ்சாலை நிறுவத்தினர் நிலக்கீலார்ந்த கலவை-அமைப்பாண்மைக்கு வெவ்வேறு வகுத்துரைகளை இயற்றியுள்ளனர். அவற்றுள் ஒன்றுன 'புகைக்கீல் நிறுவனம் – அ. ஐ. நா.' வகுத்துரைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன. இவை 'சூடான நிலையில் கலந்து சூடாக இடப்படும் நிலக்கீலார்ந்த கான்கிரீட்' தயாரிக்க உதவுகிறது.

பொருள்கள்

16-21. நொறுக்கப்பட்ட கற்களையோ அல்லது கப்பியையோ கலவையின் பருவெட்டான திரளைக்குப் பயன்

படுத்தலாம். சீரான இயல்பும், தூய்மையும் கொண்டு திரளை விளங்க வேண்டும். தட்டையான நீண்ட துண்டுகளின்றியும், மென்மையான கல், களிமண் அல்லது அவைபோன்ற பொருள்களின்றியும் இருக்க வேண்டும். கலவையின் நுண்திரளையாக மணலையோ அல்லது சலிக்கப்பட்ட கல்துகள்களையோ அல்லது அவையிரண்டும் சேர்ந்த கலவையையோ பயன்படுத்தலாம். இவை தூய்மையாகவும், செ॥ர சொரப்பாகவும் இருக்க வேண்டும். உலர்ந்த சுண்ணும்புக்கல் துகளோ அல்லது அதனைப்போன்ற தகுதியான பிற தாதுத் துகள்களோ நிரப்பியாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இவையாவும் ஒன்று சேர்ந்த தரநிலையை அட்டவணை 16–1–ல் காணலாம்.

அட்டவணை 16-1.

நிலக்கீலார்ந்த கான்கிரீட் கலவைத் திரளையின் தரநிலை

சல்லடை அளவு (ASTM)	தரநிலை கடந்து செல்லும் பொருளின் அளவு சதவீதத்தில் (எடையின் அடிப்படையில்)
1″	100
$\frac{3}{4}$″	90 – 100
$\frac{1}{2}$″	75 – 90
எண் 4	44 – 62
10	34 – 47
40	23 – 35
80	15 – 25
200	4 – 12

இதோ போன்று கலவையின் நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களுக்கான தரநிலை அட்டவணை 16-2-ல் காணலாம் (பக்கம்401).

திரளையின் தரநிலையையும், அதிலுள்ள வெறுமைப் பகுதியின் அளவையும் பொறுத்து நிலக்கீலின் அளவும் அமைகிறது. 100 பவுண்டு திரளைக்கு 6 முதல் 8·5 பவுண்டு வரைத் தேவைப்படலாம்.

அட்டவணை 16-2.

நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களுக்கான தரநிலை

சோதனையின் பெயர்	அலகு	ஊடுருவுதல்		
		80 – 100	60 – 70	30 – 40
25° C-ல் ஒப்படர்த்தி	C	1·00 – 1·05	1·01 – 1·06	1·02 – 1·07
மென்மையடையும் வரம்பு (ASTM)	—	45 – 52	48 – 56	55 – 64
25° C-ல் ஊடுருவுதல்	0·1 மிமீ.	80 – 100	60 – 70	30 – 10
25° C-ல் மிகக்குறைந்த ஒசிவு	செமீ.	100	100	60
CS_2-வில் கரைதிறன்	%	99	99	99

கலவை தயாரித்தல்

16-22. சூடான கலவைகள் எப்பொழுதும் கருவித் தொகுப்பில் தயாரிக்கப் படுகின்றன. இதற்கெனப் பல வகையான கருவித் தொகுப்பில் திரளை உலர்த்தும் பொறி, சல்லடைகள் பொருத்தப்பட்ட பொறி, சேமிப்புப் பகுதிகள் (Bins), நிலக்கீலார்ந்த பொருள்களைச் சேமிக்கும் பகுதிகள், சூடுபடுத்தும் தொட்டிகள், எடையிடும் கருவி கலக்கும் பொறி ஆகிய அனைத்தும் அடங்கியுள்ளன.

16-23. பருவெட்டான திரளையும், நுண்திரளையும் கருவித் தொகுப்பில் உலர்ந்தபின் கலவைப் பொறிக்குச்செல்லும்போது 350°F வெப்பநிலைக்கு மிகாமல் இருக்குமாறு சூடுபடுத்தப் படுகிறது. சூடு செய்யப்பட்ட உடன் சேமிப்புப் பகுதியில் சலிக்கப்பட்டு, சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. பிறகு திரளையுடன் நிரப்பியையும் சேர்த்துக் குழைவுப்பொறியால் (Pugmill) இரண்டறக் கலக்கப்படுகிறது. இத்துடன் சரியான அளவு நிலக்கீலைச் சேர்த்து 45 முதல் 70 விநாடிகள்வரை நன்கு கலக்கப்படுகிறது. இவ்விதம் கலந்த பிறகு, குழைக்கும் பொறியிலிருந்து கலவையை டிரக்குகள்மூலம் சாலை அமை விடத்திற்குக் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. டிரக்குகளில் கலவை செல்லும்போது வெப்பம் கடத்தப்படாமலிருக்க, டிரக்குகள் வெப்பக் காப்பிடப்படுகின்றன.

புலத்தில் இடுதல்

16-24. கலவை இடும் முன்பு சாலைப்பரப்பு கம்பித் தூரிகைகளினால் தூய்மை செய்யப்படுகின்றது. பழைய பரப்பிற்கும் புதிய பரப்பிற்குமிடையே போதிய பிணைப்பு இருக்க, சாதாரணமாக மெல்லிணைப்புப் படலமொன்றை இடுதல் வழக்கம். பிறகு கலவையை, பாவும் பொறிகள், முடிவு வேலை செய்யும் பொறிகள் (Pavers & Finishers) போன்றவற்றைக் கொண்டோ அன்றித் தொழிலாளர்கள் தமதுகைகளினாலோ, சாலைப்பரப்பின் மேலிட்டு நிரவுகின்றனர். டிரக்கிலிருந்து கலவை எடுக்கப்பட்டவுடனே, அதனைச் சாலைப்பரப்பில் பரப்புதல் வேண்டும். சாலைப்பரப்பில் ஒவ்வோர் அடுக்கினையும் இட்டு முடிந்தவுடன், அது வெப்பநிலையில் இருக்கும்போதே உருளைகளைக்கொண்டு உருட்டவேண்டும். இவ்வெப்பநிலையைப்பற்றி யாதொரு விதியினையும் கூற இயலுவதில்லை. எனினும், மிகவும் அதிக வெப்பநிலையில் உருட்டுவதால் விரிசல் விழுவதுடன் கலவை கீழ்நோக்கி அழுந்தாமல், பக்கவாட்டில் நகர்ந்துவிடக்கூடும்.

நடைமுறையில் வெவ்வேறு வெப்ப நிலையில் வெள்ளோட்டம் பார்த்தபின்னரே, உருட்டும்போது இருக்கவேண்டிய வெப்ப நிலை தீர்மானிக்கப்படுகிறது.

16-25. மேற்கூறிய நிலக்கீல் வகைச் சாலைகளைத் தவிர புகைக்கீல்-இரப்பர்கான்கிரீட், தார்-இரப்பர் கான்கிரீட்போன்ற சாலை வகைகளும் அறிமுகப் படுத்தப்பட்டுள்ளன. இவை இன்னும் சோதனை நிலையில் இருப்பதால் பெருமளவு புழக்கத்தில் இல்லை. எனினும், விமானத்தளங்களில் ஓடு பாதை அமைப்பதற்கு இவ்வகைச்சாலைகள் எந்த அளவிற்குப் பயன்படும் என்பதனை அறிய ஆய்வுகள் நடத்தப்பட்டு வருகின்றன. இயற்கை இரப்பரைத் தவிர செயற்கை இரப்பர் வகைகளையும் பயன்படுத்த முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன.

17. கான்கிரீட் தளங்கள், அடி அடுக்குகள்

(Concrete Pavements, Base Courses)

அறிமுகம்

17–1. போர்ட்லண்ட் சிமெண்ட் கான்கிரீட் தளங்கள், போர்ட்லண்ட் சிமெண்ட், மணல், பருவெட்டான திரளை ஆகிய வற்றைக் கொண்ட சத்துமிக்க கலவைகளினால் (Rich Mix) ஒரே அடுக்காகக் கட்டப்படுகின்றன. தொடக்க காலங்களில் சாலைத்தளமிட கான்கிரீட்டைப் பெரும் அளவில் பயன்படுத்த வில்லை. மோட்டார் ஊர்திகள் அதிகமாகப் பெருகத்தொடங்கிய பின்னரே, கான்கிரீட் தளங்களின் பயனை உணரத் தலைப்பட்டனர். 1910ஆம் ஆண்டிலிருந்து கான்கிரீட் தளங்களைப் பற்றிய ஆய்விற்கென அதிக அளவு பண ஒதுக்கீடு செய்தனர். தற்போது கவனத்தோடு தயாரிக்கப்பட்ட வகுத்துரைகளுக்கு ஒப்ப, சிறந்த முறையில் முதல் தரமான கான்கிரீட் சாலைகளை அமைக்க இயலுகிறது.

கான்கிரீட் தளங்களின் நன்மைகள்

17-2. (i) தக்க முறையில் அமைப்பாண்மை செய்து, தக்கமுறையில் கட்டப்பட்ட கான்கிரீட் சாலைகள் எவ்வளவு போக்கு வரவு நடமாட்டமிருந்தாலும், எவ்வகை நடமாட்ட மாயினும், எளிதாகவும், வசதியாகவும், பாதுகாப்புடனும் கொண்டு செல்லும் திறனுடையவை.

(ii) தக்க முறையில் அமைக்கப்பட்ட கான்கிரீட் சாலை களின் தேய்மானம் மற்றவகை சாலைகளைக் காட்டிலும் குறைவு.

(iii) ஜெட் விமானம் செல்வதால் உண்டாகும் வெப்பம், விரைந்து வெளியேறும் ஊதுகாற்று (Blast) போன்ற

வற்றைத் தாங்கும் ஆற்றல் இவ்வகைச் சாலைகளுக்கு இருப்பதால், இவை ஜெட் விமான ஓடு பாதைகளுக்கு (Runway) மிகவும் ஏற்றவை.

(iv) கான்கிரீட் சாலைகளின் பரப்பு, சொரசொரப்பின்றி இருப்பதால், ஊர்திகள் செல்லும்பொழுது உண்டாகும் 'இழுவைத் தடுப்பாற்றல்' (Tractive Resistance) மிகவும் குறைவு.

(v) கான்கிரீட் சாலைகள் ஈரமா யிருக்கும்போதும் அதிகமாய் வழுக்குவதில்லை.

(vi) பராமரிப்புச் செலவு இவ்வகைச் சாலைகளுக்கு மிகவும் குறைவு.

(vii) கான்கிரீட் சாலையின் மேற்பரப்பு தூசு போன்றவை இன்றியும், வழு வழுப்புடனும் விளங்குவதால், அவற்றின்மேல் தொடரும் பயணம் ஓர் இனிய சுகமாகும்.

(viii) பழைய கான்கிரீட் தளங்கள் சிறந்த அடித்தளங் களாகப் பயன்படுகின்றன. அவற்றின்மேல் மறுபடியும் புதிய பரப்பை அமைக்கலாம். சான்ருக அவற்றின் மேல் நிலக்கீலார்ந்த கான்கிரீட், தாள் புகைக்கீல், செங்கல் அல்லது கட்டித்தளம் (Block Pavement) அமைக்கலாம்.

கான்கிரீட் சாலைகளின் குறைகள்

17-3. மற்றைய சாலைகளை நோக்கும்போது, கான்கிரீட் சாலைக்கு அதிக துவக்கச் செலவுகள் (Initial costs) ஆகும். எனவே, போக்குவரவு நடமாட்டம் மிகுந்த இடங்களிலும், ஜெட் விமானம் செல்லும் ஓடு பாதைகளிலும் இவற்றை அமைப்பதே நன்று.

(ii) சாதாரண போர்ட்லண்ட் சிமெண்ட் கான்கிரீட் தளங்கள் கட்டி முடிக்கப்பட்ட பின்னர், குறைந்தது ஏழு நாள்கள்வரை போக்குவரவு நடமாட்டம் நடைபெற ஏற்றவையல்ல. எனவே, போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கு இதனல் இடையூறுகள் நேரிடலாம்.

(iii) பகல் நேரங்களில் சூரிய ஒளி இவ்வகைச் சாலையின் மேற்பரப்பில் பட்டுத் தெறிப்பதால், கண்களைக் கூசச் செய்கின்றது.

அட்டவணை 17-1.

பருவெட்டான பொருள்களுக்கான தர நிலை

அளவு எண்	அளவு (சதுர திறப்புகளுடன் கூடிய சல்லடை)	சல்லடைத் திறப்பினைக் காட்டிலும் நுண்ணியவை — சதவீதத்தில் (எடையின் அடிப்படையில்)											
		4″	3½″	3″	2½″	2″	1½″	1″	¾′	½′	⅜′	எண் 4	எண் 8
1	3½″ – 1½″	100	90-100	—	25-60	—	0–15	—	0–5	—	—	—	—
2	2½″ – 1½″	—	—	100	90-100	35–70	0–15	—	0–5	—	—	—	—
357	2″ – எண் 4	—	—	—	100	95–100	—	35-70	—	10-30	—	0-5	—
467	1½″ – எண் 4	—	—	—	—	100	95–100	—	35–70	—	10–30	0-5	—
57	1″ – எண் 4	—	—	—	—	—	100	95–100	—	25-60	—	0-10	0–5

67	$\frac{3}{4}''$ – எண் 4	—	—	—	—	—	—	100	90-100	—	20-55	0-10	0-5
7	$\frac{1}{2}''$ – எண் 4	—	—	—	—	—	—	—	100	90-100	40-70	0-15	0-5
3	$2''$ – $1''$	—	—	—	100	90-100	35-70	0-15	—	0-5	—	—	—
4	$1\frac{1}{2}'$ – $\frac{3}{4}'$	—	—	—	—	100	90-100	20-55	0-15	—	0-5	—	—

கான்கிரீட் தளம், அடித்தளம் இடுதல்

பொருள்கள்

17-4. கான்கிரீட் தளமிட பருவெட்டான திரளை; நுண் திரளை, சிமெண்ட், தண்ணீர் ஆகிய பொருள்கள் பயன் படுகின்றன. சில சமயங்களில் வேறு சில சேர்க்கைக் கூறுகளையும் (Additives), கலவைக் கூறுகளையும் (Admixtures) கான்கிரீட் கலவையுடன் சேர்த்து, கான்கிரீட் கலவையின் பொறியியற் பண்புகளில் வேண்டிய சில மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றனர்.

பருவெட்டான திரளை

17-5. நொறுக்கப்பட்ட கல், கப்பி அல்லது காற்றுல் குளிர்விக்கப்பட்ட ஊதுலைக் கசடு அல்லது இவற்றின் கலவை ஆகிய பொருள்கள் பருவெட்டான திரளையாகப் பயன் படுகின்றன.

தரநிலைத் தேவைகள்

17–6. பருவெட்டான பொருள்களைத் தரநிலை செய்வதன் மூலம் சிக்கனமான, சிறந்த கான்கிரீட்டைப் பெற இயலுகிறது. பொதுவாகக் கற்களை இரு வேறு அள்வுகளில் பயன்படுத்து கின்றனர். சான்ருக, பருவெட்டான பொருள்களுள் ஒன்று 2 அங்குலத்திலிருந்து 1 அங்குலம் வரையிலும்; மற்றென்று 1 அங்குலத்திலிருந்து சல்லடை எண் 4 வரையிலும் இருக்கலாம்; அல்லது ஒன்று $1\frac{1}{2}$ அங்குலத்திலிருந்து $\frac{3}{4}$ அங்குலம் வரையிலும், பிறிதொன்று $\frac{3}{4}$ அங்குலத்திலிருந்து சல்லடை எண் 4 வரையிலும் இருக்கலாம். கலவையில் மிகக் குறைந்த அளவு 'வெறுமைப் பகுதி' இருக்கும் வண்ணம் பருவெட்டான பொருள்களைத் தக்க விகிதத்தில் கலப்பது மிகவும் முக்கிய மாகும். ASTM வகுத்துரை 33-67-ல் காணப்படும் தரநிலை வரம்புகளை அட்டவணை 17-1-ல் காணலாம்.

17–7. பருவெட்டான திரளையாக ஊதுஉலைக் கசடு பயன் பட்டால், திண்மைப் படுத்தியபின்னர் அதன் அலகு எடை 70 பவுண்டு/க. அ ஆக இருக்கவேண்டும். பொதுவாக லாஸ் ஏஞ்சல் தேய்வுச் சோதனையின்போது 50 சதவீதத்திற்கு இழப்பு இருப்பின், அத் திரளை வகையைப் பயன் படுத்தலாகாது.

17-8. மேற்கூறிய தரநிலையிலுள்ள பருவெட்டான திரளையில் காணப்படும் தீங்கு தரும் பொருள்களின் மிக அதிக

அளவு (Quantity) கீழ்வரும் வரம்புகளுக்கு உட்பட்டே இருக்க வேண்டும் (ASTM).

அட்டவணை 17-2.

பொருள்	மிக அதிக அளவு மொத்த எடையின் சதவீதத்தில்
களிமண் கட்டிகள்	0·25
மெதுவான அல்லதுமென்மையான துகள்கள்	5·00
விரைவில் உதிரக்கூடிய படிக வகைக் கல்லான 'செர்ட்' (Chert)	1·00
சல்லடை எண் 200 வழியே செல்லும் துகள்கள்	1·00
நிலக்கரி, பழுப்பு நிலக்கரி	1·00
	(பருவெட்டான திரளையாகப் பயன்படுத்தப்படும் ஊது உலைக்கசடு இதற்கு விதி விலக்கு.)

நுண் திரளை

17-9. இயற்கையான மணல் அல்லது தயாரிக்கப்படும் மணல் அல்லது இவற்றின் கலப்பு ஆகியவை நுண்திரளையாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன நுண்திரளையின் தரநிலைபற்றிய ASTM வகுத்துரை அட்டவணை 17-3-ல் தரப்பட்டுள்ளன (பக்கம் 410).

17-10. மேற்கூறிய தரநிலையிலுள்ள நுண்திரளையில் காணப்படும் தீங்குதரும் பொருள்களின் மிக அதிக அளவு கீழ்வரும் வரம்புகளுக்கு உட்பட்டே இருக்கவேண்டும் (ASTM).

17-11. அடுத்தடுத்துள்ள இரு சல்லடைகளுக்கு இடையே தங்கும் நுண்திரளையின் அளவு 45 சதவீதத்திற்கு மிகாமல் இருக்கவேண்டும். தவிரவும் அதன் 'நுண்மைக் குணகம்' (Fineness Modulus), 2-3-க்குக் குறையாமலும், 3-1-க்கு மிகாமலும் இருக்கவேண்டும்.

அட்டவணை 17-3.

நுண் திரளைக்கான தர நிலை

சல்லடை	கடந்து செல்லும் பொருள்களின் அளவு சதவீதத்தில்
$\frac{3}{8}''$	100
எண் 4 (4760 மைக்ரான்)	95 - 100
எண் 8 (2380 மைக்ரான்)	80 - 100
எண் 16 (1190 மைக்ரான்)	50 - 85
எண் 30 (590 மைக்ரான்)	25 - 60
எண் 50 (297 மைக்ரான்)	10 - 40
எண் 100 (149 மைக்ரான்)	2 - 10

அட்டவணை 17-4.

பொருள்	மிக அதிக அளவு மொத்த எடையின் சதவீதத்தில்
களிமண் கட்டிகள்	1·00
சல்லடை எண் 200ஐக் காட்டிலும் நுண்ணியவை:	
(i) உராய்விற்கு உட்படுத்தப்படும் கான்கிரீட்.	3·00
(ii) மற்றைய கான்கிரீட்.	5·00
நிலக்கரி, பழுப்பு நிலக்கரி.	0·50

சிமெண்ட்

17-12. ஒவ்வொரு நாட்டிலும் இயற்றப்படும் வகுத்துரைகளுக்கு ஏற்ப சிமெண்ட் இருக்கவேண்டும். பல வகை சிமெண்ட்டுகளுள் போர்ட்லண்ட் சிமெண்ட், காற்றிடப்பட்ட சிமெண்ட், (Air-Entraining Cement), அதிக அலுமினா சிமெண்ட் (High-Alumina Cement) ஆகியவை அதிகமாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

17-13. காற்றிடப்பட்ட சிமெண்ட் வகை 'உறைநிலை-உருகுநிலை' மாறி மாறி நிகழும் இயனிலை உள்ள இடங்களில் சாலை அமைக்க மிகவும் உகந்தவையாகும். காற்றிடப்படுவதால் விளையும் பரும அதிகரிப்பு 3 முதல் 6 சதவீதம்வரை இருக்கலாம். ஏனெனில், 3 சதவீதத்திற்குக் குறைவாகப் பரும அதிகரிப்பு இருந்தால், விரும்பிய அளவு நீடித்துழைக்கும் தன்மை இருப்பதில்லை. அதேசமயம் 6 சதவீதத்திற்கு அதிகமாக இருந்தால், அதன் வலிமை குன்றி விடுகிறது.

17-14. இயனிலை மாறுபாடுகள் அதிகம் நிகழாத இடங்களில் சாதாரண 'போர்ட்லண்ட் சிமெண்ட்'டைப் (Ordinary Portland Cement) பயன்படுத்தி கான்கிரீட் தயாரிக்கலாம். பயன்படுத்துவதற்கு முன்னர் அதன் 7 நாள், 28 நாள் சோதனைகளை நடத்துவது நன்று. சாலையை விரைந்து சீர் செய்ய, அதிக அலுமினா சிமெண்ட்டைப் பயன்படுத்தலாம் (High-Alumina Cement). ஏனெனில், அது விரைந்து வலிவு பெறும் இயல்புடையது.

தண்ணீர்

17-15. உப்பு, எண்ணெய், அமிலம், தீங்கிழைக்கும் கார வகை, தாவரங்கள் போன்றவை இல்லாமல் தூய்மையுடனும், தெளிவுடனும் விளங்கும் தண்ணீரைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

கலவைக்கூறுகள், சேர்க்கைக்கூறுகள்

17-16. கான்கிரீட் கலவையுடன் பலவிதமான பொருள்களைச் சேர்ப்பதன்மூலம் அதன் இயல்புகளில் விரும்பிய மாற்றங்களை ஏற்படுத்தலாம். பஸலோனா பொருள்கள், விரைவு படுத்திகள் (Accelerators), நிதானப் படுத்திகள் (Retarders), காற்றிடும் பொருள்கள் (Air-entraining Agents) போன்றவை அவற்றுள் சில.

17-17. நெறிப்பாதைகள் (Lanes) குறுக்குக் கடவுகள், மருங்குகள் போன்றவற்றைக் குறிக்க வண்ணக் கான்கிரீட்டைப் பயன்படுத்துதல் நன்று. இக் கான்கிரீட் வண்ண சிமெண்டைக் கொண்டோ அல்லது போர்ட்லண்ட் சிமெண்ட்-இயல்பு வகையினுடன் கலவைத் தயாரிக்கும்போது நிறமிகளைக் (Pigments) கலந்தோ தயாரிக்கப்படுகின்றது.

கான்கிரீட் கலவை விகிதம்

17–18. ஓர் அடுக்குத் தளம் அமைக்க $1:1\frac{1}{2}:2$ என்ற விகிதத்தில் சிமெண்ட், நுண் திரளை, பருவெட்டான திரளை ஆகியவற்றினைக் கலந்து கான்கிரீட் தயாரிக்கப்படுகின்றது. இரு அடுக்குகள் கொண்ட தளம் அமைக்க வேண்டியிருந்தால், அடித்தளத்திற்கு $1:2\frac{1}{4}:4$ என்ற விகிதத்திலும் மேற்பரப்பு $1:1:\frac{1}{2}$ என்ற விகிதத்திலும், கான்கிரீட்டைக் கலந்து பயன்படுத்தலாம். கான்கிரீட்டின் கூறுகளை அவற்றின் பரும அளவின் அடிப்படையிலாவது அன்றி எடையின் அடிப்படையிலாவது விகிதப்படுத்தலாம். பரும அளவைப் பின்பற்றினால், ஓரளவு துல்லிய, சீரான முடிவுகள் வருமாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். எடையின் அடிப்படையில் விகிதப்படுத்துதல் முதல் முறையைக் காட்டிலும் சிறந்தது.

கான்கிரீட் தளப்பலகையின் தடிப்பு (Thickness of Concrete Pavement Slab)

17-19. கான்கிரீட் தளப்பலகையின் அமைப்பாண்மை முறைகளில் பல மாற்றங்கள் காலப் போக்கில் ஏற்பட்டுள்ளன. ஆதியில் மெக்காடம் பரப்புகளைப் போன்றே கான்கிரீட் தளங்களும் அவற்றின் மையப்பகுதியில் தடித்தும், விளிம்புகளில் சிறுத்தும் இருக்குமாறு அமைக்கப்பட்டன. பிறகு கட்டுவதற்கு எளிமையாக, சில சாலைகளில் சீரான தடிப்புள்ள தளங்கள் அமைக்கப்பட்டன. பின்னர் அதிக எடை சுமந்து செல்லும் டிரக்குகள் பெருகிவிட்டவுடன், அவை ஓரங்களில் செல்வதினால் சாலையின் விளிம்புகள் உடையத் தொடங்கின. இதனைத் தடுப்பதற்காகத் தளத்தின் விளிம்புகள் மையப் பகுதியைக் காட்டிலும் அதிக தடிப்புடன் அமைக்கப்பட்டன. மையப் பகுதியில் தடிப்பு விளிம்பின் தடிப்பில் தோராயமாக 2/3 பங்கு இருக்குமாறு கட்டப்பட்டன. வெப்பத்தின் விளைவுகளையும், எடையின் விளைவுகளையும் ஒருங்கிணைத்து நடத்தப்பெற்ற ஆய்வுகளின் மூலம் சீரான தடிப்புள்ள தளத்தின் ஆற்றல் ஏறத்தாழ விளிம்பு தடித்துள்ள தளத்தின் ஆற்றலுக்கு இணையானது என அறிய வந்துள்ளது—குறிப்பாக அகலம்

அதிகமாயுள்ள தற்கால தளங்களுக்கு இவ்வாய்வின் முடிவு மிகவும் பொருத்தமானதாகும். எனவே தற்போது சீரான தடிப்புள்ள தளங்களே பெரும்பாலும் அமைக்கப்படுகின்றன. சாதாரணமாக நெடுஞ்சாலைகளின் 8'', 9'' அல்லது 10'' தடிப்புள்ள தளம் கட்டுகின்றனர். இத் தடிப்பு குறைந்தது $4\frac{1}{2}$'' அல்லது 5'' ஆவது இருக்க வேண்டுமெனக் கருதப்படுகிறது. தளத்தின் தடிப்பினை நிர்ணயிக்கப் பலவிதமான அமைப் பாண்மை முறைகள் நடைமுறையில் உள்ளன. இவற்றை அதிகாரம் 19-ல் காணலாம்.

தளப் பலகையின் பிற கூறுகளின் அமைப்பாண்மை

17-20. பலகையின் தடிப்பைத்தவிர, ஒன்றோடு ஒன்று சம்பந்தப்பட்ட வேறு நான்கு கூறுகள் உள்ளன.

(1) விரிவு இணைப்புகள் (Expansion Joints). இவற்றின் பயன், அமைக்கப்படவேண்டிய இடைவெளி.

(2) சுருக்க இணைப்புகள் (Contraction Joints). இவற்றின் பயன், அமைக்கப்பட வேண்டிய இடைவெளி.

(3) இணைப்புகளில் இணைப்பாணி (Dowels) அல்லது அது போன்ற எடையைப் பரப்பும் உபகரணங்கள், இவற்றின் பயன்.

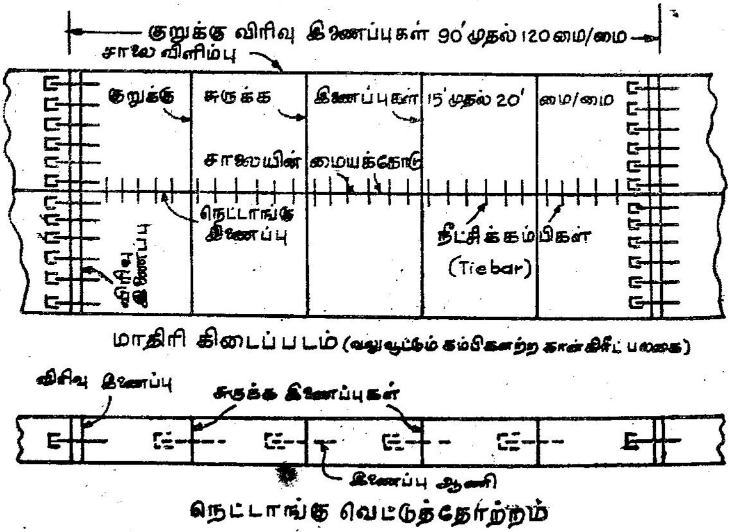
(4) எஃகாலான வலிவூட்டும் கம்பிகள் (Steel Reinforcements), இவற்றின் பயன்.

விரிவு இணைப்புகள்

17-21. இவை வெப்பத்தினால் கான்கிரீட் தளம் விரிவடையும்போது நிகழும் அளவு அதிகரிப்பினை அனுமதிக்கின்றன. இதனால் அழுத்தத் தகைவுகள் (Compressive Stress) விடுபடுகின்றன. சாலையின் மையக் கோட்டிற்கு இணையாக அமைக்கப்படும் இணைப்புகளை 'நெட்டாங்கு இணைப்புகள்' (Longitudinal Joints) என்றும், இவற்றிற்குச் செங்குத்தாக அமைக்கப்படும் இணைப்புகளைக் 'குறுக்கிணைப்புகள்' (Transverse Joints) என்றும் வழங்குகிறோம். சாலையின் அகலம் சுமார் 12 அடிக்கு மேலிருந்தால், அதனை மையக் கோட்டிற்கு இணையான நீள் துண்டுகளாகப் (Strips) பிரிக்க 'நெட்டாங்கு இணைப்புகள்' பயன்படுகின்றன. நெட்டாங்கு விரிவிற்கும், சுருக்கத்திற்கும் இடமளிக்கக் குறுக்கு இணைப்புகள் அமைக்கப் படுகின்றன. தவிரவும், கோணையாதலுக்கு அல்லது கோடுறு

வதற்கு இடமளிக்கும் 'கோட்ட இணைப்புகள்' (Warping Joints) சாலையின் குறுக்கு வாட்டில் அமைக்கலாம். மேலும், ஒவ்வொரு நாள் வேலை முடிந்ததும் சாலைதளத்தில் 'கட்டுமான இணைப்புகள்' (Construction Joints) அமைப்பது அவசியமாகும்.

17-22. இவ்வித இணைப்புகளைத் தக்கவாறு பராமரிக்க வேண்டும். இல்லையெனில், இவற்றால் தொல்லை மிக விளையும். தவிரவும் தளத்தின் வலுவினையும் இவை பாதிக்கின்றன. இவை தேவைக்கேற்பவும், அதே சமயம் இயன்றவரை எண்ணிக்கையில் குறைவாகவும் இருத்தல் நலம். மேலும், இணைப்புகள் வழியே தண்ணீர் உட்கொள்வதைத் தடுக்கத் தக்க பொருள்களைக் கொண்டு பாதுகாப்புப் படலம் இடுதல் இன்றியமையாததாகும். வெவ்வேறு வகை இணைப்புகளின் அமைப்பைப் படத்தில் காணலாம்.



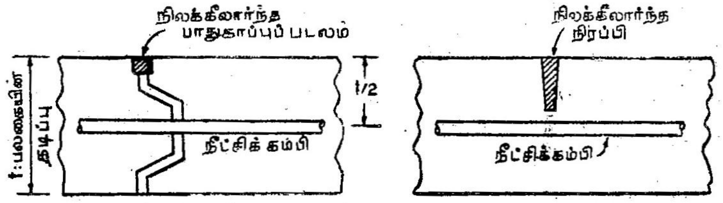
படம் 17-1.
காண்கிரீட் தளமொன்றின் இணைப்புகளின் அமைப்புத் திட்டம்

நெட்டாங்கு இணைப்புகள்

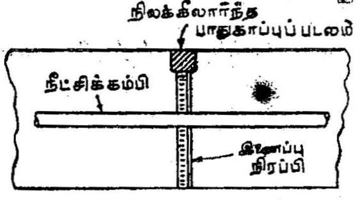
17-23. சாலைத்தளம் குறுக்குவாட்டில் விரிவடையும்போது தேவையான இடமளிப்பதற்கும், குறுக்கு வசத்தில் கோடுறுவதைத் (Warping) தடுப்பதற்கும் இவை உதவுகின்றன. தவிரவும், காண்கிரீட் இடுவதற்கு வசதியான அகலத்தில் இவை சாலைத்தளத்தைப் பிரிக்கின்றன. நெட்டாங்கு இணைப்பு

அதிகப்படாமலிருக்கவும், இணைப்பின் இருபுறங்களிலுமுள்ள பலகைகள் ஒன்றைக் காட்டிலும் மற்றொன்று உயர்வதையோ அன்றி தாழ்வதையோ தடுக்கவும் பலகைகளின் குறுக்கு வெட்டுகள் நீட்சிக் கம்பிகளால் (Tie-Bars) இணைக்கப்படுகின்றன. நீட்சிக் கம்பிகள் $\frac{1}{2}''$ முதல் $\frac{3}{4}''$ விட்டமும், $2\frac{1}{2}''$ நீளமும் உடையன. இவை $2\frac{1}{2}'$ இடைவெளிகளில் இருக்குமாறு பொருத்தப் படுகின்றன. கம்பிகளின் விட்டம், எண்ணிக்கை, இடைவெளி (Spacings) போன்றவை கான்கிரீட்டில் புதைக்கப்படும் எஃகுக் கம்பிகளின் பிணைப்பு—வலிமையைப் (Bond Strength) பொறுத்துள்ளது. மேற்கூறிய பணிகளைத் தவிர, எடையைப் பரப்புவதற்கும் நீட்சிக் கம்பிகள் உதவிபுரிகின்றன.

17-24. நெட்டாங்கு இணைப்புகள் பலதரப்பட்டன. 'நா - அகழ்' வகை (Tongue & Groove Type), 'வலுவு குறைந்த சமதள இணைப்பு வகை' (Weakened Plane Type) அல்லது 'செயலற்ற இணைப்பு வகை' (Dummy Type), 'முட்டிணைப்பு வகை' (Butt type) ஆகியவை அவற்றுள் சில.



(a) நா-அகழ் வகை (b) வலுவு குறைந்த சமதள இணைப்பு வகை



(c) முட்டி இணைப்பு வகை.

படம் 17-2.
(a, b, c) நெட்டாங்கு இணைப்புகள்

மேற்கூறிய வகைகளுள் முதல் வகையே மற்றைய இரண்டினைக் காட்டிலும் சிறந்ததாகும். ஏனெனில், இவை பலகைகளின் குத்துச் சமதளத்தில் நிகழும் சார்பு இயக்கத்தைத் தடை செய்ய வல்லது.

குறுக்குவாட்ட விரிவு இணைப்புகள் (Transverse Expansion Joints)

17–25. இவை சாலை மையக் கோட்டிற்குச் செங்குத்தாக அமைக்கப்படுகின்றன. வெப்பம் அதிகரிப்பதாலும், ஈரம் அதிகரிப்பதாலும் ஏற்படும் விரிவினால் விளையும் அழுத்தத் தகைவினைத் தவிர்ப்பதே இவற்றின் தலையாய நோக்கமாகும். இவ்வித இணைப்பு இல்லாத பகுதிகளில் கான்கிரீட் தளப் பலகை மேலெழுகிறது. இதனை 'மேல் பொங்குதல்' (Blow–Ups) என்கிறோம். இவ்வித இணைப்புகளின் அகலம் $\frac{3}{4}''$ அல்லது 1'' இருக்கலாம். இவை கான்கிரீட் தளப் பலகையின் முழுதடிப்பிற்கும் நீண்டிருக்கும். நிலக்கீல், தக்கை, இரப்பர், மரம், நிலக்கீலார்ந்த இழைகள் ஆகிய அழுந்துந் தன்மையுள்ள மீட்சிக் குணமுள்ள பொருள்களைக் கொண்டு இணைப்புகளை நிரப்பலாம்.

இணைப்பாணி அல்லது அதுபோன்ற எடை பரப்பும் உபகரணங்கள்

17–26. கான்கிரீட் தளப் பலகைகள், அவற்றின் சுற்றுப் புறங்களைக் காட்டிலும் மேல் எழும்புவதையோ அன்றிக் கீழ் அமிழ்வதையோ தடுப்பதற்கு இணைப்பாணிகள் அல்லது அது போன்ற எடை பரப்பும் உபகரணங்கள் ஆகியவற்றைப் பயன் படுத்துகின்றனர். அவை ஒரு பலகையிலிருந்து மற்றொரு பலகையின் உள்வரை நீண்டிருக்கும். இணைப்பாணிகளைத் தக்க விதத்தில் அமைக்காவிடின், தீங்கு பல விளையும். இணைப்பின் வழியாகச் சக்கர எடையில் பாதியை மாற்றீடு (Transfer) ஆகும் விதத்தில் இணைப்பாணிகள் அமைப்பாண்மை செய்யப்படுகின்றன.

17-27. இணைப்பாணிகள் சாதாரணமாக $\frac{1}{2}''$ முதல் $\frac{3}{4}''$ வரை விட்டமுள்ளதாகவும், 12'' முதல் 15'' வரை நீளமுள்ளதாயும் விளங்கும். மையத்திற்கும், மையத்திற்குமிடையே 12'' முதல் 15'' வரை இடைவெளி இருக்கும். இணைப்பாணிகள் தடங்கல் ஏதுமின்றி நகருதல் வேண்டும். அதன் இயக்கம் தடைபட்டால் அதிகமான அளவு தகைவுகள் தோன்றும் எனவே, இணைப் பாணியின் ஒருமுனையாவது கான்கிரீட்டுடன் பிணைக்கப்படாமல் இருக்கவேண்டுவது அவசியமாகிறது. இதற்கென கிரீஸ் (Grease) போன்ற மசகெண்ணெயையாவது அல்லது குழலுறை (Sleeve) போன்ற அமைப்பினையாவது அதன் மேலிடுதல் வேண்டும். எஃகினால் ஆன வலுவூட்டும் கம்பிகளையாவது அல்லது இதற்கெனத் தயாரிக்கப்படும் எஃகுக் கம்பிகளைப் பயன் படுத்தினாலும் அல்லது எஃகுக் குழாய்களைப் பயன்படுத்தினாலும்

இணைப்பாணிகளின் அமைப்பாண்மை கீழ்க்காணும் விதங்களில் அமைந்திருக்கவேண்டும்:

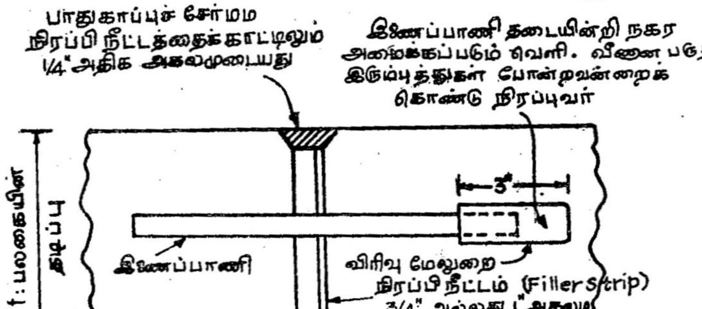
(i) எளிமையுடனும், நடைமுறையில் செயல்படுத்தக் கூடியதாகவும் இருக்கவேண்டும். இணைப்பாணிகள் கான்கிரீட்டால் நல்ல முறையில் மூடப்பட்டிருக்க வேண்டும்

(ii) சக்கர எடையினுல் தோன்றும் தகைவுகளை அடுத்துள்ள கான்கிரீட் பகுதி முழுமைக்கும், அனுமதிக்கக் கூடிய தகைவுகளுக்கு மிகாமல், பரவலாக மாற்றீடு செய்யவேண்டும்.

(iii) இணைப்பாணிகளினுல், எந்த நேரத்திலும் இணைப்புகளின் இயக்கத்திற்கு யாதொரு தடையும் ஏற்படக் கூடாது.

(iv) அரிப்பைத் தடுக்கும் ஆற்றல் உள்ளனவாய் (Corrosion Resistant) இணைப்பாணிகள் இருக்க வேண்டும்.

17-28. குறுக்குவாட்ட விரிவு இணைப்பு ஒன்றின் அமைப்பினைப் படத்தில் காணலாம்.



படம் 17-3.
குறுக்கு வாட்ட விரிவு இணைப்பு

விரிவு இணைப்புகளின் இடை வெளியைப்பற்றி முடிந்த முடிவு ஏதுமில்லை; சில வல்லுநர்கள் குறைந்த இடை வெளியையும், வேறுசிலர் அதிக இடைவெளியையும் பரிந்துரை செய்கின்றனர். அதிகமான வலுவூட்டும் கம்பிகள் கொண்ட கான்கிரீட் பலகையாயிருந்தால், அதிக இடைவெளி அமைத்தல்

நடைமுறையில் பின்பற்றப்படும் வழக்கமாகும் தற்போது நடைமுறையிலுள்ள வழக்கத்தை யொட்டி கீழ்க்காணும் இடைவெளிகளை 'HMSO-கான்கிரீட் சாலை' பரிந்துரைத்துள்ளது:

	கான்கிரீட் பலகை தடிப்பு	பரிந்துரை செய்யப்பட்டுள்ள இடைவெளி * (மை/மை அடியில்)	குறிப்புகள்
வலுவூட்டப்படாத கான்கிரீட் பலகை	6″	90	சுருக்க இணைப்புகள் 15′ மை/மை இடைவெளியில் இருத்தல் நலம்.
	8″	90 – 120	
வலுவூட்டப்பட்ட கான்கிரீட் பலகை	4″	40	சுருக்க இணைப்புகள் தேவைப்படுவதில்லை.
	6″	80	
	8″	120	
	10	150	

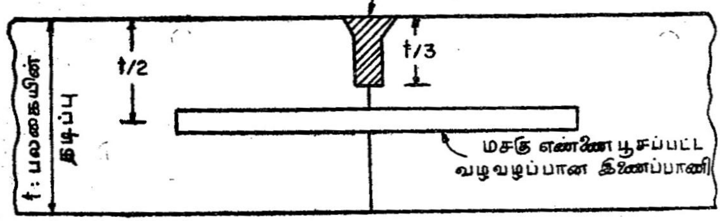
* மை/மை: மையத்திலிருந்து மையம் வரை.

சுருக்க இணைப்புகள் (Contraction Joints)

குறுக்கு வாட்ட சுருக்க இணைப்புகள் (Transverse Contraction Joints)

17–29. வெப்பநிலை குறையும்போது, கான்கிரீட் தளம் சுருக்கமடைகிறது. எனவே, இதனை ஈடு செய்யச் சுருக்க இணைப்புகள் அமைக்கப்படுகின்றன. இவற்றை, விரிவு இணைப்புகளைக் காட்டிலும் குறைந்த இடைவெளியில் அமைக்க வேண்டும். விரிவு இணைப்புகளும் சுருக்கத்தை ஒழுங்கு செய்யும். எனினும், சுருக்க இணைப்புகள் அமைக்கப்படாவிடின் குறைந்த இடைவெளிகளிலேயே சுருக்கத்தினால் விரிசல்கள் விழுகின்றன. ஏனெனில், கான்கிரீட் பலகையின் அடிப்புறம் நிலத்தளத்தின் மீது இருப்பதால், அதனால் தங்குத் தடையின்றி சுருக்கமடைய இயலுவதில்லை. (இவ் விளைவு விரிவடையும்

போது அந்த அளவிற்கு இருப்பதில்லை), விரிவு இணைப்புகளைப் போன்று, சுருக்க இணைப்புகள் தளப்பலகையின் முழு தடிப்பிற்கும் செல்லாமல், தடிப்பில் சுமார் $\frac{1}{3}$ பகுதி வரையிலுமே செல்கின்றன. சுருக்க இணைப்பு உள்ள தளத்தின் குறுக்கு வெட்டு வலிவு குன்றிய பகுதியாக இருக்கும். பலகை சுருங்கும் போது இப்பகுதியில் வெடிப்புகள் (Craks) தோன்றுகின்றன. இதனால் சுருக்க வெடிப்புகள் பரவலாக இல்லாமல் இதுபோன்ற இடங்களிலேயே காணப்படுகின்றன. இணைப்பாணிகளை இவ்விடங்களில் பயன்படுத்துவதும் அல்லாததும் வல்லுநர்களின் விருப்பத்தினைப் பொறுத்தது. சுருக்க இணைப்பு ஒன்றின் அமைப்பினைப் படத்தில் காணலாம்.



படம் 17-4.
குறுக்கு வாட்ட சுருக்க இணைப்பு.

குறுக்கு வாட்ட சுருக்க இணைப்புகள் அமைக்கப்பட வேண்டிய இடைவெளியைப்பற்றி தெளிந்த கருத்து இன்னும் உருவாகவில்லை. சாதாரணமாக இவை 15′ முதல் 35′ வரை இருக்கும்.

கோட்ட இணைப்புகள் (Warping Joints)

17-30. கான்கிரீட் தளப் பலகையின் மேற்புறத்திற்கும், கீழ்ப்புறத்திற்கும் உள்ள வெப்பநிலை வேறுபாட்டால் 'கோட்ட தகைவுகள்' (Warping Stress) தோன்றுகின்றன. சாலைக் குறுக்கு வெட்டு கோடுறுவதை அனுமதிப்பதன் மூலம் 'கோட்டத் தகைவுகள்' தோன்றுவதைத் தவிர்க்கலாம். இதைத் தவிர இவை கான்கிரீட் தளம் சுருங்குவதையும் அனுமதிக்கின்றன. இவற்றின் மையத்தூரம் 20 முதல் 40 அடி வரை இருக்கலாம்.

குறுக்கு வாட்ட கட்டுமான இணைப்புகள் (Transverse Construction Joints)

17-31. அன்றாட வேலை முடிந்ததும் சாலைத்தளத்தில் இணைப்பு ஒன்று உருவாகின்றது. திட்டமிட்டவாறு பணி நடை

பெற்றால் குறுக்கு இணைப்புகளில் அன்றன்றைய பணியை முடிக்க இயலும். எதிர்ப்பாராத விதமாகக் குறுக்கு இணைப்பு களில் அன்றைய பணியை முடிக்க இயலாவிடின், 'கட்டுமான இணைப்புகள்' அமைக்கப்படுகின்றன. இவ்வகை இணைப்புகளில் நீட்சிக் கம்பிகளைப பொருத்தி, சற்று அதிக அளவு வலிவூட்டும் கம்பிகளை அமைக்கவேண்டும்.

இணைப்பு நிரப்பிகள், பாதுகாப்புச் சேர்மங்கள் (Joint Fillers and Sealing Compounds)

17-32. இணைப்பு நிரப்பிகளுக்கு இருக்கவேண்டிய பண்பு களாவன: இவை அழுந்துந் தன்மை உடையனவாயும், அதே சமயம் இணைப்பை விட்டு வெளியே நீட்டிக்கொண்டிரா மலும், மீட்சித் தன்மை உடையனவாயும், வலிவுள்ளதாயும், நீண்ட நாள் உழைக்கக் கூடியதாயும், கேடுறுவதைத் தவிர்க்கத் தக்கதாயும் (Rot-Proof) இருக்கவேண்டும். முடிச்சு களற்ற (Free from knots) மென்மையான மரம், தக்கை, நிலக் கீலார்ந்த சேர்மங்கள்,இரப்பர், இரப்பர்சேர்மங்கள்போன்றவை நிரப்பிகளாகப் பயன்படுகின்றன. மென்மையான மரம் மற்ற பண்புகளைப் பெற்றிருந்தும், எளிதில் சிதையும் இயல்பினைப் பெற்றிருப்பதால், சிறந்த நிரப்பியென அதனைக் கருத இயலுவ தில்லை. தக்கை, இழையால் சூல்கொண்ட பலகை (Impregnated Fibre Board) போன்றவை நல்ல நிரப்பிகளாகப் பயன்படு கின்றன. இவற்றினை நோக்க, மற்றைய நிரப்பிகள் அவ்வளவு சிறந்தவையெனக் கருதுவதற்கில்லை.

பாதுகாப்புச் சேர்மங்கள்

17-33. பாதுகாப்புச் சேர்மங்கள், விரிசல் விழாமல் நீளும் தன்மை உடையனவாயும், இணைப்புகளின் பக்கங்களில் பாய்தல் (Flow) இன்றியும், போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கு இடையூறு ஏற்படுத்தாமல் இணைப்புகளின் மேலிடும் விதத்திலும் இருக்கவேண்டும். சுருங்கக் கூறின் அவை மிகவும் கடினமாக இல்லாமலும் அதே சமயம் மிகவும் மென்மையாக இல்லாமலும் இருக்கவேண்டும். நேரோட்ட வகை புகைக்கீல், இரப்பர்ப் புகைக்கீல் சேர்மங்கள் போன்றவை பாதுகாப்புச் சேர்மங் களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

வலிவூட்டும் எஃகுக் கம்பிகள்

17-34. வலிவூட்டும் எஃகுக் கம்பிகளையாவது (Bars) அல்லது மென் கம்பிகளைக்கொண்டு (Wire) பாய்போல் பற்றவைக்கப் பட்ட வலையினையாவது (Mesh) கான்கிரீட் தளத்திற்கு

வலிவூட்டப் பயன்படுத்துகின்றனர். எஃகுப் பாய்களைப் பலகையின் மேற்பரப்பிலிருந்து 2'' முதல் 3'' வரை இடம் விட்டு அமைப்பர். இவற்றின் முக்கிய பணி பரவலாக வெடிப்புகள் ஏற்படாமல் அவற்றை ஓரிடத்தில் தோன்றச் செய்தலே ஆகும். தவிரவும் பலகைகள் வெடிப்பினால் திறந்து கொள்ளாமலிருக்கவும், வெடிப்பின் இரு புறங்களிலுமுள்ள பலகை குத்துத் தளத்தில் இயங்காமலிருக்கவும் இவை உதவுகின்றன. வலிவூட்டும் கம்பிகளற்ற பலகையில், எடை அதிகமுள்ள ஊர்திகள் நடமாட்டத்தினால் எளிதில் விரிசல் விழுகின்றது. விரிசலின் பக்கங்கள் நடமாட்டத்தினால் தேய்வுற்று சிறு, சிறு துகள்களாக உதிர்கின்றன. விரிசல் விழாமல் தடுப்பதற்குக் கான்கிரீட் பலகையின் தடிப்பை அதிகரிப்பதும் ஒரு வழியாகும். இவ்வாறன்றி சுமார் 15 அடி இடைவெளியில் சுருக்க இணைப்புகள் அமைப்பது பிறிதொரு முறையாகும். ஆனால், இவ் விரு வழிகளைக் காட்டிலும் வலிவூட்டும் கம்பிகளைப் பயன்படுத்தி விரிசல் விழாமல் தடுப்பதே சிறந்த முறையாகும்.

17-35. வலிவூட்டும் கம்பிகளைப் பயன்படுத்தும்போது, நடுத்தர நடமாட்டம் உள்ள சாலைகளில் சதுர கஜத்திற்கு 7 பவுண்டு வீதமும், மிக அதிக நடமாட்டம் உள்ள சாலைகளில் சதுர கஜத்திற்கு 14 பவுண்டு வீதமும் பயன்படுத்தல் நன்று. நடமாட்டம் நிறைந்த சாலைகளில் குறைந்தது 10 பவுண்டு/ச. கஜம் வீதம் பயன்படுத்தலாம். இதில் அதிக அளவு சாலையின் நெட்டாங்கு திசையில் அமைக்கப்படல் வேண்டும். கட்டற்ற இணைப்புகள் (Free Joints) எதையும் வலிவூட்டும் கம்பிகள் கடந்து செல்லா வண்ணம் அவற்றை அமைக்கவேண்டும்.

கட்டுமான முறை

17-36. கான்கிரீட் தளம் அமைக்கப் பின்பற்றப்படும் கட்டுமான முறையினைச் சுருக்கமாகக் காணலாம்.

நிலத்தளத்தைத் தயாரித்தல்

17-37. நன்கு திண்மைப்படுத்தப்பட்டு, சிறந்த முறையில் வடிமானம் அமைக்கப்பட்டுள்ள, நிலதளத்தின் மீதுதான் கான்கிரீட் தளம் இடவேண்டும். களிமண் அல்லது அது போன்ற மண் வகையாலான நிலத்தளமாக இருந்தால், அதன் மேற்புற அடுக்கினை நீக்கிவிட்டு அதற்குப் பதில் உடைந்த கற்கள், உருக்காங் கட்டிகள் (Clinkers), கப்பி அல்லது அவை போன்ற தக்க பொருள்களைப் பரப்பவேண்டும். மேற்கூறிய வண்ணம் செய்வது வரவேற்கத் தக்கதாயினும், எல்லாச்

சூழ்நிலைகளிலும் இதுபோன்று செய்ய இயலுவதில்லை. பொதுவாக நிலத்தளம் முழுமையும் சீரான அடர்த்தியுடன் இருக்குமாறு கவனித்துக் கொள்கின்றனர்.

17-38. நிலத்தளத்தில் 'சார்பு அமிழ்வு' (Relative Settlement) ஏதும் ஏற்படக்கூடாது. ஏனெனில், நிலத்தளத்தின் சார்பு அமிழ்வால் கான்கிரீட் தளத்தில் விரிசல் விழக்கூடும். சில சமயங்களில் நிலத்தளம் மிகவும் விரைப்பாக இருந்தாலும் கான்கிரீட் தளப் பலகையில் விரிசல் விழக்கூடும். எனவே, திருப்தி குறைந்த நிலத்தளமாயிருந்தால், அதன் மேல் 2″ அல்லது 3″ தடிப்புள்ள அடுக்கு ஒன்றினை மணல், கப்பி, நொறுக்கப்பட்ட கல் போன்ற பொருள்களால் அமைத்து அதன் மேல் கான்கிரீட் தளமிடுதல் நன்று. எவ் வகையைப் பின்பற்றி நிலத்தளம் அமைத்தாலும், கான்கிரீட் தளத்திற்கு அருகிலுள்ள நிலத்தளம் சீரான அடர்த்தியுடனும், உறுதிப்பாட்டுடனும், தக்க வடிமான வசதிகளுடனும் விளங்குதல் மிகவும் முக்கியமாகும்.

உருதரும் சட்டங்கள் அமைத்தல் (Placing Of Forms)

17-39. தற்போது எஃகாலான உருதரும் சட்டங்களையே பெருமளவில் பயன்படுத்துகின்றனர். இவை சாதாரணமாக 10′ நீளமுள்ளவை. இவற்றினை ஒன்றோடு ஒன்றாய் இணைக்க 1″ விட்டமும் சுமார் 18″ முதல் 30″ வரை நீளமுள்ள எஃகுக் கம்பிகளைப் பயன்படுத்துகின்றனர். உருவமைப்புச் சட்டங்கள் 6″ முதல் 12″ வரை உயரமுள்ளன. இச் சட்டங்கள் $\frac{7''}{32}$, $\frac{3''}{16}$ அல்லது $\frac{1}{4}''$ தடிப்புள்ள இருப்புத்தகட்டால் ஆனவை.

17-40. இவ் வுருவமைப்புச் சட்டங்கள் முதலில் கான்கிரீட் கொட்டப்படவிருக்கும் சாலைப் பகுதியின் ஓரத்தில் கவனமாகப் பொருத்தப்படுகின்றன. இச் சட்டங்கள் நேராகப் பொருத்தப் பட்டுள்ளனவா என அளப்பதன் மூலமாகவும், கண்ணினால் நுணித்தலின் மூலமாகவும் (Eye Judgement) அறிகின்றனர்.

நிலத்தளத்தின் இறுதித் தயாரிப்பு

17–41. உருவமைப்புச் சட்டங்களை இருபுறமும் பொருத்திய பின்னர் நிலத்தளத்தை மறுபடியும் சீர்மை செய்கின்றனர். பொறிகளின் உதவியால் மிகுதியாக உள்ள மண் வெளியேற்றப் பட்டு, தக்க உயர்வுக்குச் சாலை கொண்டுவரப்படுகிறது. பருவெட்டான மண் வகையாக இருந்தால், எஃகாலான

உருளையைக்கொண்டு இறுதியாக உருட்டுதல் நன்று. இறுதியாக, எஃகாலான மாதிரிச் சட்டத்தின் உதவியால் நிலத்தளம் தக்க உயர்வுக்குத் துல்லியமாகக்கொண்டு வரப்பட்டுள்ளதா என அறிகின்றனர். எந்தப் பகுதியிலும் ஏற்றத்தாழ்வு $\frac{1}{2}''$ மேல் இருக்கக்கூடாது. பிறகு இதன் மேல் தண்ணீரைத் தெளிக்கின்றனர். இதனால் கான்கிரீட்டிற்குப் பயன்படுத்தப்படும் தண்ணீரை நிலத்தளம் உறிஞ்சுவது தடுக்கப்படுகிறது. சரியான அளவு தண்ணீரையே இதற்கெனப் பயன்படுத்த வேண்டும். ஏனெனில், தாராளமாகத் தண்ணீரைப் பயன்படுத்தினால், நிலத்தளம் சேறாகி விடக்கூடும். கான்கிரீட் இடப்படுவதற்குச்சற்று முன்னர் உருவமைப்புச் சட்டங்களில் எண்ணெய் இடுதல் வேண்டும். இதனால் கான்கிரீட், சட்டங்களில் ஒட்டுவது தடுக்கப்படுகிறது.

இணைப்புகளை நிறுவுதல்

17-42. இணைப்புகள் சிறந்த முறையில் பணியாற்ற வேண்டுமானால், அவற்றினை மிகுந்த விழிப்புணர்வோடு கட்டுதல் வேண்டும். குறுக்கு வாட்ட இணைப்புகளின் முகங்கள் நேராகவும், சாலை மையக்கோட்டிற்கு 90°யிலும், முடிக்கப்பட்ட சாலைத் தளத்திற்குச் செங்குத்தாகவும் இருக்கவேண்டும். இணைப்பாணிகள் போன்ற எடை மாற்றீடு செய்யும் உபகரணங்களை விரிவு இணைப்புகளில் வைத்து அவற்றைத் துல்லியமாக நிரற்படுத்தவேண்டும். தவிரவும், சாலைத்தளத்தின் இயக்கத்தைத் தடை செய்யாவண்ணம் அமைக்கப்பட வேண்டும்.

கான்கிரீட் இடுதல்

17-43. ஏற்கெனவே தீர்மானிக்கப்பட்ட விகிதத்தில் பருவெட்டான திரளை, நுண்திரளை, சிமெண்ட், தண்ணீர் ஆகியவை கலக்கும் கருவியினால் (Mixer) நன்கு கலக்கப்படுகின்றன. கலக்கும் நேரத்தினை விழிப்போடு கண்காணித்து, கட்டுப்படுத்தவேண்டும். எல்லாப் பொருள்களையும் கலக்கும் கருவியில் போட்டு, பின்னர் குறைந்தது ஒரு நிமிட நேரத்திற்காவது கலக்க வேண்டும். வாளி அல்லது அதுபோன்ற கலங்களில், கலக்கப்பட்ட கான்கிரீட்டை உரிய இடத்திற்குக் கொண்டு செல்கின்றனர். வேலை செய்வதற்குத் தேவையான அளவு மட்டுமே தண்ணீரைச் சேர்க்கவேண்டும். தண்ணீர் அளவு அதிகமாக இருந்தால், கான்கிரீட்டின் எடையைத் தாங்கும் வலிவு குன்றுவதுடன், தேய்மானத்தைத் தடுக்கும் ஆற்றலும் குறைகின்றது. ஒன்று அல்லது இரண்டு அடுக்கு

களில் கான்கிரீட்டை இடலாம். அமைப்பாண்மை செய்யப் பட்ட தடிப்பிற்குக் கான்கிரீட் இடுதல் வேண்டும். பலவிதமான பரப்புப் பொறிகளும் இதற்கெனப் பயன்படுகின்றன.

17-44. வலிவூட்டப்பெற்ற கான்கிரீட் தளமாக இருந்தால், முதலில் வலிவூட்டும் கம்பிகள் வைக்கப்படவேண்டிய மட்டத் திற்குக் கான்கிரீட் இடுகின்றனர். பிறகு இதன்மேல் வலிவூட்டும் கம்பிகளை வைத்து நன்கு பொருத்தி, பின் அதன்மேல் தகுந்த தடிப்பிற்குக் காட்கிரீட் இடுகின்றனர். கான்கிரீட்டைப் பரப்பும் போது நீட்சிக் கம்பிகள், இணைப்பாணிகள் போன்றவை இடம் பெயராமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். ஒரு குறுக்கு வாட்ட இணைப்பிலிருந்து மறு குறுக்கு வாட்ட இணைப்புவரை கான்கிரீட்டைத் தொடர்ச்சியாக இடவேண்டும். விரிவு இணைப் பொன்றிலிருந்து 25′–க்கு உள்ளாக கட்டுமான அமைப் பொன்றும் இல்லாமலிருத்தல் நன்று.

முடிவு வேலைகள்

17–45. இவ்வாறு இடப்பட்ட கான்கிரீட்டைப் பல விதமான அதிர்விகளைக்கொண்டு திண்மைப்படுத்த வேண்டும். முடிவு வேலைகள் செய்யும் பொறிகளின் உதவியால் (Finishing Machines) கான்கிரீட் தளத்தை நல்லமுறையில் அமிழ்த்தவும் (Consolidation), சீரிய முறையில் முடிக்கவும் இயலுகிறது. கீழ்வரும் வழிமுறைகள் முடிக்கும்போது பின்பற்றப்படுகின்றன:

(i) மிகுதியாக உள்ள கான்கிரீட்டை வழித்தெடுத்து, முடிவு வேலை செய்யும் பொறிகளினுல் திண்மைப் படுத்துகின்றனர்.

(ii) வார்கொண்டு இழுத்தல் (Belting the Surface): இதற்கான வார் கித்தாலுல் செய்யப்படுகிறது. இவை 6 அங். அகலத்துடனும், கான்கிரீட் பலகையைக் காட்டிலும் 2′ அதிக நீளமுடனும்இருக்கும். பலகையின் இரு புறங்களிலும் ஒவ்வொரு மனிதர் அவ்வார் பட்டையை மையக் கோட்டின் போக்கில் நகர்த்திக் கொண்டே அதே சமயம் அதற்குச் செங்குத்தாக முன்னும் பின்னும் இழுப்பார்கள்.

(iii) தளப்பரப்பை நேர் விளிம்பிற்கேற்ப கொண்டு வருதல். இதற்கு 10 அடி நீளமுள்ள நேரான விளிம்பு பயன்படுகிறது. மிகையான கான்கிரீட்டை நீக்கு தலும், குறைவாயுள்ள பகுதிகளில் வைத்தலும்,

இப் பணியின்கண் அடங்கும். இதற்கு மட்டக்கோலைப் பயன்படுத்தலாம்.

(iv) பின்னர், சுமார் 10 முதல் 20 நிமிடங்கள்வரை கான்கிரீட் அப்படியே விடப்படுகிறது. இவ்வாறு செய்வதால் மிகையான நீர் தளத்தின் மேற்பரப்பிற்கு வருகின்றது. இதனை மட்டக்கோலின் உதவியாலோ அன்றி மரத்தாலான நேர்விளிம்பின் உதவியாலோ நீக்கலாம். மேற்கூறிய கருவிகளின் பணிமுனை (Working edge) 6 முதல் 10 அடி நீளம்வரை இருக்க வேண்டும்.

(v) முறை (iii)-ல் கூறியவண்ணம் திரும்பவும் சாலைத் தளத்தின் மேற்புறமுள்ள ஒழுங்கீனங்களைச் சரி செய்ய வேண்டும்.

(vi) தளத்தின் மேற்பரப்பில் உள்ள நீர் ஆவியானபின்னர் திரும்பவும் வார்பட்டைக் கொண்டு தளத்தைத் தேய்க்கவேண்டும்.

கான்கிரீட் பதனமடைதல்

17-46. மேற்கூறியவாறு தளம் அமைத்த பின்னர் தக்கவாறு அது பதனமடைய வேண்டுவது இன்றியமையாததாகும். இதற்கெனத் கீழ்வரும் முறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன:

(i) தளத்தின் மேற்புறம் நீரைத் தேக்கலாம், அல்லது ஈரமண்ணைத் தளத்தின்மீது பரப்பலாம்.

(ii) ஈர வைக்கோல் அல்லது புல் ஆகியவற்றைத் தளத்தின்மிது பரவலாக இடுதல்.

(iii) ஈரமான கம்பளம், பருத்தி போன்றவற்றைப் பரப்பலாம்.

(iv) இரம்பத்தூளைப் பரப்பி அதை ஈரமாக வைத்திருத்தல்.

(v) தொடர்ச்சியாக நீர் தெளித்தல்.

(vi) தளத்தின்மீது நீர்க்காப்புத் தாளிடுதல்.

(vii) கால்சியம் குளோரைடைத் தளத்தின்மீது இடுதல்.

(viii) சோடியம் சிலிகேட்டைத் தளத்தின்மீது இடுதல்.

17-47. குறைந்தது 12 மணி நேரத்திற்குக் கான்கிரீட் இறுகிய பின்பே உருவமைப்புச் சட்டங்களை நீக்க வேண்டும். அவ்வாறு நீக்கும்போது தளத்திற்கு ஊறு ஏதும் விளையக்

கூடாது. உருவமைப்புச் சட்டங்களை நீக்கிய பின்பு எல்லா இணைப்புகளையும் தூய்மைப்படுத்தவேண்டும். பதனக்காலம் முடிந்த பிறகு சாலைப் பரப்பிலுள்ள இணைப்புப்பள்ளங்கள் யாவற்றினையும் தூய்மைப்படுத்தி, நிரப்பிகளைக்கொண்டு அவற்றை நிரப்பி, அவற்றின்மேல் பாதுகாப்பாக அடைப்பிடும் சேர்மங்களை இடவேண்டும். பிறகு தளப்பலகையின் இரு புறங்களிலும் மண்ணை மண்வாரிகளைக்கொண்டு தளப்பலகையின் மட்டத்திற்கு நிரவுதல் வேண்டும்.

17-48. மேற்கூறிய யாவும் முடிந்த பின்னரே, அச் சாலை போக்குவரவு நடமாட்டத்திற்கெனத் திறந்துவிடப்படுகின்றது. சாலையில் பயன்படுத்தப்பட்ட கான்கிரீட்டின் பொறியியற் பண்புகளை அறிய அந்தக் கான்கிரீட்டினைக் கொண்டு உத்தரங்கள் செய்து, அதேவிதத்தில் பதனப்படுத்துகின்றனர். ஆய்வுச்சாலையில் பதனகாலம் முடிந்ததும் சோதனை செய்கின்றனர். தகர்வுக்குணகம் (Modulus of Rupture) குறைந்தது 550 பவு/ச.அ அடையும்வரை அச் சாலையின்மீது, பொதுவாக, போக்குவரவு நடைபெற அனுமதிப்பதில்லை.

கான்கிரீட் அடித்தளங்கள் (Concrete Bases)

17–49. உயர்வகை நிலக்கீல் தளங்களுக்கும், செங்கல் தேய்பரப்பு அல்லது கட்டியான தேய்பரப்பு (Brick or Block Wearing Surface) போன்றவற்றிற்கும் சிமெண்ட் கான்கிரீட் அடித்தளமாகப் பயன்படுகிறது. கீழ்வரும் விதிவிலக்குகளைத் தவிர, சிமெண்ட் கான்கிரீட் தளத்திற்குப் பின்பற்றப்பட்ட ஏனைய முறைகள் அத்துணையும் இதற்குப் பொருந்தும்.

(i) சிமெண்ட்

காற்றிடப்பட்ட சிமெண்ட்டைப் பயன்படுத்த வேண்டுவதில்லை.

(ii) வலிவூட்டிகள் (Rinforcements)

பொதுவாக வலுவூட்டும் கம்பிகள் பயன்படுத்தப் படுவதில்லை. மிக அதிகமான போக்குவரவு நடமாட்டம் இருக்குமென எதிர்பார்க்கப்படும் இடங்களில் மெல்லிய கம்பிகளாலான வலையை அமைக்கலாம். இவை அடித்தளத்தில் விரிசல் விழாமல் தடுக்கின்றன. அவ்வாறு தடுக்கப் படாத இடங்களில், முதலில் விரிசல் அடித்தளத்தில் தோன்றி நாளடைவில் தேய்பரப்பிலேயே தோன்றத் தொடங்கும்,

(iii) இணைப்புகள்

அடித்தளங்களில் பொதுவாக இணைப்புகள் இருப்பதில்லை. அவ்வாறு இருப்பினும் அவை செயலற்ற இணைப்பு வகை அல்லது வலிவற்ற இணைப்பு வகையினைச் சேர்ந்ததாக இருக்கும். இவ்விணைப்புகள் சுருக்கத்தால் விளையும் விரிசல்களைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

(iv) தடிப்பு

அடித்தளப் பலகை சாதாரணமாக 6'' முதல் 8" வரை சீரான தடிப்புடன் இருக்கும். கடைக்காலின் தன்மைக்கேற்பவும், போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் அளவிற்கேற்பவும், அடித்தளத்தின் தடிப்பு 8 அங்குலத்திற்கு மேலும் இருக்கலாம்.

(v) வலிவு

சாலைத் தளத்திற்கு பயன்படுத்தப்படும் கான்கிரீட்டின் வலிவைவிட சற்றுக் குறைந்த வலிவே அடித்தளத்திற்குப் போதுமானதாகும். மேற்பரப்பிற்குப் பயன்படுத்தப்படும் கான்கிரீட்டின் வளைவு வலிமை (Flexural Strength) 650 பவு/ச·அங். ஆகும். ஆனால், அடித்தளத்திற்கோ 450 பவு/ச.அங். இருத்தல் போதுமானதாகும்.

கட்டுமான முறை

17–50. விரிவு இணைப்புகளை அமைக்காது இருப்பதைத் தவிர மற்றைய முறைகள் யாவும் ஏறத்தாழ கான்கிரீட் தளத்திற்கு உள்ளவையே· கான்கிரீட் தளத்தின் மேற்பரப்பிற்கு வார்பட்டைக்கொண்டு முன்னும், பின்னும் இழுத்த பிறகு, இலேசாகப் பெருக்குகிறோம். ஆனால், அடித்தளம் அமைக்கையில் அதன் மேற்பரப்பில் குறுக்கு வாட்டாகக் கீறல்கள் இடுகிறோம். இதனால் அவ் வடித்தளத்தின் மீது இடப்படும் நிலக்கீலார்ந்த மேற்பரப்பு நழுவாமல் தடுக்கப்படுகின்றது. செங்கல் அல்லது கட்டியாலான தேய்பரப்பாக இருந்தால், அடித்தளத்தின் மேற்பரப்பு வழவழப்பாக இருக்கவேண்டும். அடித்தளத்திலும் போதிய அளவு, தக்க விதத்தில் முடி அமைக்கவேண்டும். அண்மைக்காலங்களில் 'முன் தகைவு' (Pre-Stressed) செய்யப்பட்ட கான்கிரீட் தளங்கள் அறிமுகப் படுத்தப்பட்டுள்ளன.

18. செங்கல் தளங்கள், கட்டியாலான தளங்கள்

(Brick and Block Pavements)

அறிமுகம்

18-1. கற்கட்டிகளாலும், செங்கற்களாலும் தளமிடும் வழக்கம் தொன்றுதொட்டே இருந்து வந்திருக்கிறது. அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் 1870 ஆம் ஆண்டிலிருந்தே செங் கற்களைக்கொண்டு சாலைகளையும், வீதிகளையும் அமைத்து வந்துள்ளனர். இவ் வகைச் சாலைகளை அமைக்கப் பெரியதாக நெகிழா வகை அடித்தளம் அமைப்பது அவசியமாகிறது. போக்குவரவு நடமாட்டம் மிகுந்த இடங்களில் இவ் வகைச் சாலைகளை அமைக்கலாம். தக்க அடித்தளத்தின் மேல் நல்ல முறையில் கட்டப்படும் செங்கல் தளங்களும், கட்டியாலான தளங்களும் போக்குவரவுநடமாட்டத்தினால்ஏற்படும் தேய்வைத் தடுக்கும் ஆற்றலுள்ளவை. இவற்றை விரைவாகவும் எளி தாகவும் செப்பனிடலாம். எனினும், இவை தற்காலத்தில் பெருமளவு பயனில் இல்லை. ஏனெனில், இவற்றை அமைக்கும் தொழிலாளர்களுக்கு நிறைய கூலிச்செலவு ஆகின்றது. தவிரவும், உயர்ரக நிலக்கீலார்ந்த கான்கிரீட், போர்ட் லண்ட் சிமெண்ட் கான்கிரீட் போன்றவை மிக எளிதில் கிடைக்கின்றன.

18-2. இவ் வகைத் தளங்களில் வெவ்வேறு வகைகள் உள. பளிங்காக்கப்பட்ட தளமிடும் செங்கல் தளங்கள் (Vitrified Brick Pavements), கற்கட்டிகள் (Blocks), மரக்கட்டிகள், புகைக்கீல் கட்டிகள் போன்றவற்றால் ஆன தளங்கள் அவற்றுள் சில. மரக் கட்டிகளாலான தளம் விரைவில் அழிந்துவிடுகின்றன.

எனவே, மரக்கட்டிகளை வேதியியற் முறையில் பதப்படுத்திப் பயன்படுத்தலாம். இவ் வகைத் தளங்களைத் தொழிற்சாலைகளிலும், மின் ஆய்வுக் கூடங்களிலும் பயன்படுகின்றன. சாலைகளில் இவ் வகைத்தளங்கள் பெருமளவு உபயோகத்தில் இல்லை. நன்கு தரநிலை செய்யப்பட்ட செறிவுமிக்க புகைக்கீல் கட்டிகளை நகரங்களிலுள்ள வீதிகளிலும், தொழிலகங்களிலும், எடையிடும் மேடைகளிலும் (Loading Platforms) பயன்படுத்தலாம் சிற்சில சமயங்களில் வார்ப்பிரும்பு கட்டிகளாலும், இரப்பர்க் கட்டிகளாலும் தளம் அமைக்கலாம்.

18–3. செங்கற் தளங்களையும், கட்டியாலான தளங்களையும் அமைக்கப் பின்பற்றப்படும் பொதுவான முறைகள்

(i) நிலத்தளம் தயாரித்தல்

முதலில் நிலத்தளத்தை விரும்பிய வடிவிற்கும், மேல் வாட்ட வளைவிற்கும் கொண்டுவரவேண்டும். பிறகு 10 டன் உருளையைக்கொண்டு உருட்டவேண்டும். சில நிலத் தளங்களில் திண்மைப் படுத்துகையில் சிறிதளவு தண்ணீர் தேவைப்படலாம். களிமண் நிலத்தளமாக இருந்தால் அதிகமாகத் திண்மைப்படுத்துதல் கூடாது.

(ii) கடைக்கால் அல்லது அடித்தளம் தயாரித்தல்

நிலத்தளம் நன்கு வடிமானம் செய்யப்பட்டு, போக்குவரவு நடமாட்டமும் அதிகமாக இல்லாத இடங்களில், செங்கற்களைத் திண்மைப்படுத்தப்பட்ட நிலத்தளத்தின்மீது பாவலாம். அடித் தளத்திற்குக் கப்பி, கசடு அல்லது நொறுக்கப்பட்ட கசடு அல்லது நொறுக்கப்பட்ட கல் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தலாம். இவற்றைக்கொண்டு அமைக்கப்படும் அடித்தளம் நெகிழும் வகையைச் சார்ந்ததாகும். பொதுவாக, போர்ட் லண்ட் சிமெண்டைக்கொண்டு 6″ முதல் 8″ தடிப்புவரை கட்டப்படும் அடித்தளம் பெருமளவு பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது மற்றைய பொருள்களைக்கொண்டு கட்டப்படும் அடித்தளங்களைக் காட்டிலும் சிறந்தது. ஏனெனில், சற்று சமமற்ற நிலப் பகுதிகளை இணைப்பதுடன் ஒவ்வொரு கட்டிக்கும் சீரான, வலிவான ஆதரவை அளிக்கிறது.

(iii) மெத்தை அடுக்கு அல்லது படுக்கை அடுக்கு இடுதல் (Placing Of The Cushion Or Bedding Course)

எவ்வித அடித்தளமாக இருப்பினும் அதன்மேல் நேரிடையாகச் செங்கல் தளம் அல்லது கட்டித்தளம் அமைக்கக்கூடாது.

அடித்தளத்தின் மேல் நுண்பொருள்களாலான மெத்தை அடுக்கு அல்லது படுக்கை அடுக்கு இடவேண்டுவது இன்றியமையாததாகும். படுக்கை அடுக்கு இட மணல், நிலக்கீல் 'மேஸ்டிக்' (Mastic) [நிலக்கீல், மணல் ஆகியவற்றின் கலவை], மணிபோன்ற சகடு (Granulated Slag), உலர்ந்த போர்ட்லண்ட் சிமெண்ட் கலவை (Mortar), ஈரமான போர்ட்லண்ட் சிமெண்ட் கலவை ஆகியவற்றினைப் பயன்படுத்துகிறோம். நிலத்தளத்தின் மீது காணப்படும் சிறு, சிறு ஒழுங்கீனங்களைச் சரி செய்வதும், கட்டிகளில் இருக்கக்கூடிய தடிப்பு வேறுபாட்டிற்கு இசைவாக இருப்பதுமே இதன் தலையாய பணிகளாகும். தவிரவும், தளத்தின் வழியே பெறப்படும் ஊர்தியின் எடையை அடித்தளத்தின் மீது பரப்பவும் பயன்படுகின்றது. இவ் வகை அடுக்கின் தடிப்பு $\frac{3}{4}''$ அல்லது 1'' இருக்கலாம்.

(iv) செங்கல் அல்லது கட்டி இடுதல், உருட்டுதல்

செங்கல் அல்லது கட்டியை இயன்றவரையில் நெருக்கமாகவும், நேராகவும், இணையானதாகவும் இருக்குமாறு கைகளினால் பொருத்துவர். இவற்றின் அதிக பரிமாணம் (Dimension) உள்ள பக்கம் மருங்கிற்குச் செங்குத்தாக இருக்குமாறு வைக்கவேண்டும். அடுத்தடுத்து உள்ள வரிசைகளின் இணைப்புகள் ஒரு நேர்கோட்டில் இருக்கக்கூடாது. ஒரு வரிசையில் உள்ள கட்டிகள் அதற்கடுத்த வரிசையிலுள்ள கட்டிகளின் இணைப்புகளை முறிக்கவேண்டும். அடுத்துள்ள இரு வரிசைகளின் ஒத்த இணைப்புகளுக்கிடையே குறைந்தது 3'' இடைவெளியாவது இருத்தல் நலம். பொருத்தும் பணியை மருங்குகளிலிருந்து துவக்கி, சாலையின் மையக்கோட்டை நோக்கிக் கட்டுகின்றனர். கட்டிகளை மாதிரிச் சட்டங்களின் உதவியால் பொருத்துவர். விரும்பிய மேல்வாட்ட வளைவையும் அமைக்கின்றனர். பெரும்பாலும் முடியின் வடிவம் பரவளையயாக இருக்கும். கட்டிகளைப் பொருத்திய பின்னர் இலேசான 'வரியிணை உருளையைக்கொண்டு' (Light Tandem Rollers) உருட்டப்படுகிறது. கட்டிகள் உறுதியாகவும், ஒரே மாதிரியாகவும் பொருந்தும் வரை உருட்டுவதை நிறுத்தக்கூடாது. தவிரவும் கட்டிகள் மேற்கொண்டு அமிழும் வரை உருட்டுவதை நிறுத்தக்கூடாது. மற்றைய கட்டிகளைக் காட்டிலும் ஏதேனும் சில கட்டிகள் அதிகமாக அமிழ்ந்தால் அவற்றினை நீக்கிவிட்டு, படுக்கை அடுக்கை சீர் செய்து, திரும்பவும் அவற்றைப் பொருத்தி, அதன் மேல் தட்டவோ அல்லது உருட்டவோ வேண்டும்.

(v) இணைப்பு—நிரப்பிகளை இடுதல்

ஊர்திகள் மேல் செல்லும்போது, செங்கல் அல்லது கட்டிகள் பக்கங்களிலோ அல்லது மேல் அல்லது கீழ் நோக்கியோ நகராமலிருக்க அவற்றின் இணைப்புகளில் தக்க பொருள்களைக்கொண்டு நிரப்பவேண்டும். இவ்வாறு இணைப்புகளை நிரப்புவதால் அவற்றினூடே நீர் செல்லாமல் தடுக்கப் படுவதுடன், தளத்தைத் தூய்மைப்படுத்தும் பணியையும் எளிதாக்குகிறது.

மணல் சில சமயங்களில் நிரப்பியாகப் பயன்படுகின்றது. இம் முறை சிக்கனமானது. ஆனால், மணல் எளிதில் இடம் பெயரும் இயல்புடையது. தவிரவும் நிரப்பி ஒன்றினுக்கு இருக்கவேண்டிய பண்புகள் ஏதும் அற்றது. எனவே, மணலை நிரப்பியாகப் பயன்படுத்துவது அவ்வளவு உகந்தது அல்ல. மணல், சிமெண்ட் ஆகிய இரண்டையும் சம விகிதத்தில் நீர்க்கக் கலந்து அதனை நிரப்பியாகப் பயன்படுத்தலாம். இது கட்டிகளின் விளிம்புகளைப் பாதுகாப்பதுடன்; நிரப்பிக்குத் தேவையான அத்துணை குணங்களையும் கொண்டதாக விளங்கு கிறது. ஆயினும், இக் கலவையில் விரிசல்கள் விழுந்து விடுகின்றன. மேலும் இறுகி, கடினமானவுடன் விறைப்பாக மாறுவதால் தளம் விரிவடைவதும், சுருங்குவதும் தடுக்கப்படு கின்றது. ஆகவே, வெப்பநிலை அதிகமாக உள்ள காலத்தில் தளம் விரிவடைந்து வளைந்து மேலெழுகிறது; தவிரவும் இவ்வகை நிரப்பி இறுதி (Setting) கடினமடைய (Hardening) குறைந்தது 10 முதல் 12 நாள்களாகலாம். அதுவரை அச் சாலையில் போக்குவரவு நடமாட்டம் நடைபெறுவது கூடாது.

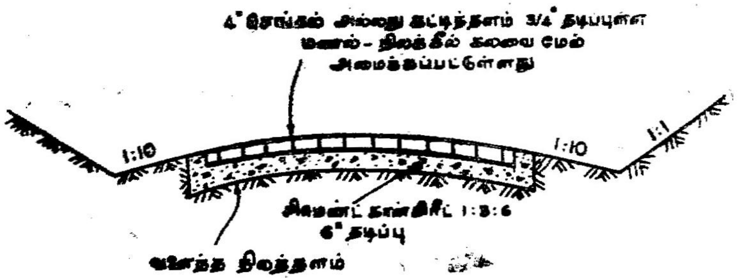
புகைக்கீல் வகை நிரப்பிக்கு எல்லாப் பண்புகளும் இருப்ப துடன், சிமெண்ட் நிரப்பிக்கு உள்ள குறைகள் ஏதும் இல்லாமலும் இருக்கிறது. ஆனால் இவ்வகை நிரப்பிகள், சிமெண்ட் நிரப்பியைப் போன்று கட்டிகளின் விளிம்பை அவ்வளவு பாதுகாப்பாகக் காப்பதில்லை. புகைக்கீல் நிரப்பி யைத் தனித்தோ அன்றி மணலுடன் கலந்தோ பயன் படுத்தலாம். காற்று ஊதப்பட்ட புகைக்கீல் சிமெண்ட்டை (Air Blown Asphaltic Cement) நிரப்பியாகப் பயன்படுத்து கின்றனர்.

18-4. செங்கல் அல்லது கட்டி தூய்மையாகவும், உலர்ந்தும், இளம் சூட்டுடனும் இருந்தால்தான சிறந்த சாலையை அமைக்க இயலும். நிலக்கீல் நிரப்பியைப் பயன்படுத்துவதாக இருப்பின்,

அதனை இளஞ்சூடான நாள்களில் (Warm days) செய்தல் நலம். நிலக்கீல் நிரப்பியை அதிகமாகச் சூடுபடுத்தல் கூடாது.

18-5. இணைப்புகளை நிரப்பும்போது ஒவ்வோர் இணைப்பையும் தனித்தனியே நிரப்புதல் கூடாது. தளத்தின் முழு பரப்பும் நிரப்பியால் மூடப்படுகிறது. இதற்கு அழுத்தப் பரப்பிகளையாவது, கையில் முகந்து ஊற்றுவதற்கேற்ற கொள் கலன்களையாவது பயன்படுத்தலாம். இணைப்புகளின் மேல் 'பிழிவுக் கருவி'யை (Squeezer) முன்னும் பின்னும் இயக்குவதன் மூலம் நிரப்பி இணைப்புகளினுள் செலுத்தப்படுகிறது.

18-6. மேற்கூறிய பணிகள் யாவும் முடிந்த பின்னர் தளத்தின் மேற்மரப்பில் மிக மெல்லிய படலமாகப் படிந்துள்ள நிரப்பிகளை 'பிரிப்பான்களைக் கொண்டு' (Separating Agents) நீக்கிவிடலாம்: இப் பிரிப்பான்களைத் தளத்தின் மேற்பரப்பில் தெளித்த பின்னர் நிரப்பிகளையிடவேண்டும். இதனுல் நிரப்பியைத் தளத்தின் மேற்பரப்பிலிருந்து எளிதில் நீக்கிவிட இயலுகிறது. கால்சியம் குளோரைடுக் கரைசல், கிளிசரின் (Glycerine), சோடியம் சிலிகேட் போன்றவை பிரிப்பான்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அதிக நடமாட்டத்திற்கென அமைப்பாண்மை செய்யப்பட்ட செங்கல் அல்லது கட்டியாலான தளத்தின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் படத்தில் காண்பிக்கப் பட்டுள்ளது (படம் 18-1)



படம் 18-1.
செங்கல் அல்லது கட்டியாலான தளத்தின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

கட்டித் தளங்களின் வகைகளைப் பற்றி சுருக்கமாகக் காண்போம்.

பளிங்காக்கப்பட்ட செங்கல் தளம் (Vitrified Brick Pavement)

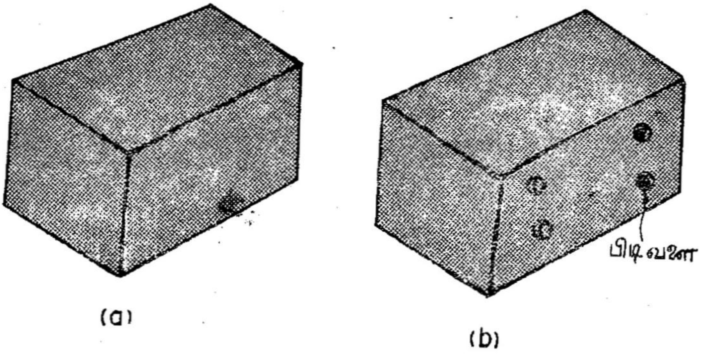
18-7. மிக நுண்ணிய களிமண்ணைச் சூளைகளில் இட்டு சுமார் 2000°F வெப்ப நிலையில் சுடுவதன் மூலம் பளிங்காக்கப்

பட்ட செங்கல்லைத் தயாரிக்கின்றனர். அவ்வதிக வெப்ப நிலையில் துகள்கள் உருகித் திரித்தறிய முடியாத அளவிற்கு ஒன்றுகிறது. இவ்வதிக வெப்பநிலையிலிருந்து மூன்று நாள்கள் வரை அதனை மெல்ல மெல்லக் குளிரவைத்து, பின்பு அதனைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

18-8. பளிங்காக்கப்பட்ட செங்கல் நீண்டநாள் உழைக்கக் கூடியது; எளிதில் தூய்மைப்படுத்தக் கூடியது; நீர் உட்புகாத் தன்மையுடையது; ஊர்திகளின் இயக்கத்திற்குக் குறைவான தடையிடும் தன்மை (Resistance) உள்ளது- வழுக்காத இயல் போடு, செப்பனிடுதற்கு எளிதாயும், குறைந்த பராமரிப்புச் செலவை உடையதாயும் விளங்குகிறது. தவிரவும், இயனிலை மாறுபட்டால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. சீராகத் தேயவல்லது; தூசு, ஒளி போன்றவை எழுவதில்லை. சிறந்த வடிமானம் தர வல்லது. பார்வைக்கு இனிமையையும் அதிக நடமாட்டத்தைத் தாங்க வல்ல தன்மையையும் கொண்டு விளங்குகின்றது. ஆயினும், இவை அமைப்பதற்கான தொடரும் செலவு அதிகம்

18-9. குறிப்பிட்ட சில அளவுகளிலே செங்கல்லைத் தயாரிக்கின்றனர்.

இவை கம்பிகளால் அறுக்கப்பட்டோ அல்லது பொறிகளால் அழுத்தப்பட்டோ (Wire cut or repressed) தயார் செய்யப்படு



படம் 18-2.
(a) பிடிவளையற்ற செங்கல் (b) பிடிவளைவுள்ள செங்கல்

கின்றன. இவ்வகைகளில் ஒவ்வொன்றிலும் பிடிவளை (Lugs) எனப்படும் அமைப்புடனோ அன்றி இல்லாமலோ இருக்கலாம்.

18-10. தளம் அமைக்கப் பயன்படுத்தப்படும் செங்கற்கள் சீராகச் சுடப்பட்டும், அதிக சூடுபடுத்திய பின் மெல்ல குளிர வைக்கப்பட்டும் இருக்கவேண்டும். கடினமாகவும், சீரான நயத்துடனும் விளங்கவேண்டும். தளத்திற்குப் பயன்படுத்தப் படும் பளிங்காக்கப்பட்ட செங்கல் அளவுகளைக் கீழுள்ள அட்டவணையில் காணலாம்.

அட்டவணை 18-1.

செங்கல் வகை	நீளம்	அகலம்	தடிப்பு
மென் கம்பியால் அறுக்கப்பட செங்கல்	$8\frac{1}{2}''$	$3\frac{1}{2}''$	$4''$
பிடிவளைவுடன் கூடிய அழுத்தப்பட்ட செங்கல்	$8\frac{1}{2}''$	$3\frac{1}{3}''$	$4''$
செங்குத்தான இழையாலான பிடிவளைவுள்ள செங்கல்	$7\frac{1}{2}''$	$4''$	$3\frac{1}{8}''$
	$8\frac{1}{2}''$	$4''$	$3''$
	$8\frac{1}{2}''$	$4''$	$2\frac{1}{2}''$

18-11. செங்கல் தளச் சாலைகளின் அடித்தளம் வலிவூட்டும் கம்பிகள் ஏதுமற்ற கான்கிரீட்டால் அமைக்கப்படுகிறது. அதன் மேல் $\frac{3}{4}''$ தடிப்பிற்கு நிலக்கீல்–மணல் கலவையாலான மெத்தை இடுகின்றனர். உருளையைக் கொண்டு இலேசாக உருட்டிய பின்னர் செங்கற்களைக் குத்தாகவோ அல்லது கிடையாகவோ பொருத்துகின்றனர். இவற்றைப் பொருத்தும்போது பின்பற்ற வேண்டிய முறைகள் கட்டித் தளங்களுக்கு உள்ளதைப் போன்றதே.

18–12. இறுதியாக உருட்டும்போது மரப்பலகைகளை தளத்தின்மீது இட்டு அவற்றின் மேல் உருட்டவேண்டும். அப்படிச் செய்யாவிடின் செங்கற்களின் விளிம்புகள் உடைந்து விடக்கூடும். இவற்றிலுள்ள இணைப்புகள் சுமார் $\frac{1}{4}''$ அகலம் இருக்கும். இவற்றைக் காற்றூதப்பட்ட நிலக்கீல் நிரப்பிகளைக் கொண்டு நிரப்புதல், சிமெண்ட் நிரப்பிகளைக் கொண்டு நிரப்பு தலைக் காட்டிலும் நல்லதாகும்.

கல் தளம்

18-13. நடுத்தர துகள் நயமுள்ள (Medium Grain-Texture) கிரானைட் கல் இவ்வகைத் தளங்கள் அமைக்க மிகவும் ஏற்றவை. இவற்றை எளிதில் வெட்ட இயலுவதுடன், நடமாட்டத்தினால் விளையும் தேய்வினை ஈடு செய்யும் தன்மையையும் பெற்றிருக்கின்றன. மணல் கல், சுண்ணும்புக் கல் போன்ற கல் வகைகளும் ஓரளவிற்குப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. கல் தளம் எளிதில் தேய்வடைவதில்லை; நீண்ட நாள் உழைக்கக் கூடியது; சரிவுகளில் எளிதில் அமைக்கலாம். ஆயினும், இவை அமைப்பதற்கான துவக்கச் செலவு மிகவும் அதிகமாகும்.

18-14. தளக்கல்லின் தடிப்பிற்கேற்ப இவை தயாரிக்கப் படுகின்றன. 5″ படித்தர அளவுள்ள தளக்கல்லின் நீளம் 8″ முதல் 12″ வரையிலும், அகலம் $3\frac{1}{2}$″ முதல் $5\frac{1}{2}$″ வரையிலும், தடிப்பு $4\frac{3}{4}$″ முதல் $5\frac{1}{2}$″ வரையிலும் உள்ளன. 4″ படித்தர அளவுள்ள தளக்கல்லின் அளவுகள் முறையே நீளம் 6″ முதல் 12″ வரையிலும், அகலம் $3\frac{1}{2}$″ முதல் $4\frac{1}{2}$″ வரையிலும், தடிப்பு 4″ முதல் $4\frac{1}{2}$″ வரையிலும் ஆகும்.

18-15. சிமெண்ட் கான்கிரீட் அடித்தளத்தின் மீது சிமெண்ட் மெத்தை அடுக்கு ஒன்றினை அமைத்து, அதன் மீது தளக்கற்கள் பொருத்தப்படுகின்றன. இவ்வாறு அமைக்கப்படும் சாலை மிக அதிக எடையினையும் தாங்க வல்லவை ஆதலால், துறைமுகம் போன்ற பகுதிகளில் இவற்றினை அமைக்கலாம். சிமெண்ட்-மணல் கலந்த அரைச்சாந்தினைக் கொண்டாவது அல்லது மணல்-நிலக்கீல் கலவையினைக் கொண்டாவது இணைப்புகளை நிரப்பலாம்.

பிறவகைத் தளங்கள்

18-16. மேற்கூறிய தளவகைகளுள் மரக்கட்டைத் தளம், புகைக்கீல் கட்டித்தளம், இரப்பர் கட்டித்தளம், வார்ப்பிரும்புத் தளம் ஆகியவையும் அடங்கும்.

மரக்கட்டைத் தளம்

9″ நீளமும், 3″ அகலமும், 6″ தடிப்புமுள்ள மரத்தாலான கட்டைகளைச் சிமெண்ட் கான்கிரீட் அடித்தளத்தின் மீது, எவ்வித மெத்தை அடுக்கும் இல்லாமல் நேரிடையாகப் பதிக்க வேண்டும். பதிப்பதற்கு முன்னர் மரக்கட்டையின் அடிப்பகுதி கிரியோஸோட் (Creosote) கலந்த நிலக்கீல் கலவையில் தோய்க்கப்படவேண்டும். இணைப்புகள் பொதுவாக $\frac{1}{4}$″ முதல் $\frac{1}{2}$″ வரை

இருக்கும். அவற்றினை நுண் மணல்-நிலக்கீல் கலவையைக் கொண்டு நிரப்பலாம்.

புகைக்கீல் கட்டுத்தளம்

நொறுக்கப்பட்ட பாறை, தாதுப் பொருளால் ஆன நிரப்பி, புகைக்கீல் இவற்றினைக் கொண்டு புகைக்கீல் கட்டியைத் தயாரிக்கின்றனர். கட்டிகளின் அளவு 12″ × 5″ × 2½″ அல்லது 3″. அடித்தளத்தின் மீது சிமெண்ட்-மணல் கலவையினையாவது, நிலக்கீலையாவது மெத்தை அடுக்காகப் பயன்படுத்தலாம். இவ்வகைத் தளத்தின் இணைப்புகளை நிரப்ப விரைந்து முறியும் பால்மப் புகைக்கீல் ஏற்றதாகும். தொழிலகங்களிலும், பாலத்தை அணுகும் சாலைகளிலும், இன்ன பிற இடங்களிலும், இவ்வகைத்தளம் பயன்படுகின்றது.

இரப்பர் கட்டித் தளம்

இரப்பர் கட்டிகள் 9″-10″ நீளமும், 3″-4″ அகலமும், 3″- 5″ தடிப்பும் உடையன மரக்கட்டைகளின் மேல்பகுதிகளில் ⅜″ ½″ தடிப்பிற்கு வல்கனைஸ் (Valcanise) செய்யப்பட்ட இரப்பர் முகப்பு இட்டு இரப்பர் கட்டிகளைத்தயாரிக்கின்றனர். இவ்வகைத் தளம் மின் அதிர்ச்சிகளை ஈர்ப்பதுடன், போக்குவரவு நடமாட்டத்தின்போது ஓசையை எழுப்புவது இல்லை. தேய்வும் குறைவு. வார்ப்பு இரும்பு கட்டியாலான சாலைகள் மிக அதிக எடையைத் தாங்க வல்லவை ஆயினும், பெருமளவிற்கு அவை பயன்படுவதில்லை. அண்மையில் கேரள மாநிலத்தில் சோதனைக்கென இரப்பர்த் தளம் அமைத்து, ஆய்வுகள் நடத்தி வருகின்றனர்.

ஆறும் பகுதி

தள அமைப்பாண்மை

(Pavement Design)

19. தள அமைப்பாண்மை

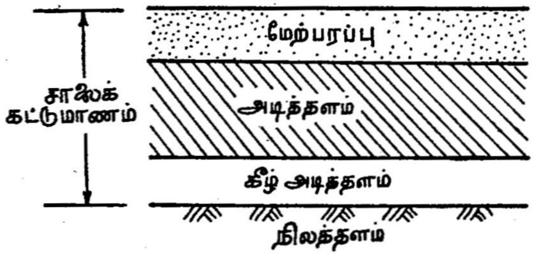
அறிமுகம்

19–1. இயற்கையான மண் சாலைகளால் தற்கால ஊர்திகளின் எடையைத் தாங்க இயலுவதில்லை. தவிரவும், இவற்றினால் தேய்வையும் தடுக்க முடிவதில்லை. எனவே, அவற்றின் மேல் செயற்கையான தளங்கள் அமைக்கின்றோம். இச்செயற்கைத் தளங்கள் எடையைப் பரவலாக மாற்றுதல் (Transfer) செய்வதுடன், தக்க தேய்பரப்பாகவும் பணி புரிகின்றன. தளங்கள் நல்ல முறையில் நீண்ட நாள்கள் உழைக்க, அறிவியலின் அடிப்படையில் அவற்றை அமைப்பாண்மை செய்தல் அவசியமாகிறது. தளவகை, தடிப்பு, பயன்படுத்த வேண்டிய பொருள்களைத் தேர்ந்தெடுத்தல், அவற்றைப் பதப்படுத்தல் ஆகிய அனைத்தும் அடங்கியதே தள அமைப்பாண்மை எனப்படுகிறது.

சாலையின் அமைப்புக் கூறுகள் (Structural Components)

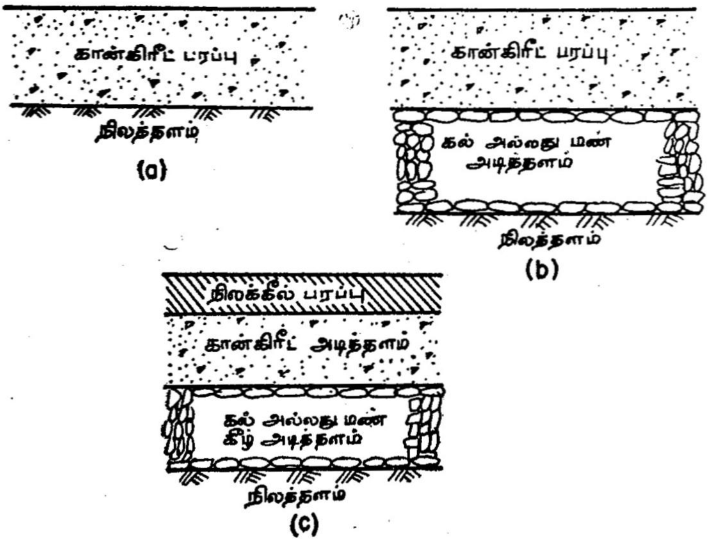
19-2. பொதுவாகச் சாலையொன்று பல அடுக்குகளில் கட்டப்படுகின்றது. ஒவ்வோர் அடுக்கிற்கும் குறிப்பிட்ட சில பணிகளுண்டு (படம் 19–1). எல்லாச் சமயங்களிலும் அத்துணை அடுக்குகளும் தேவைப்படா. சான்றாக, தக்க முறையில் தயாரிக்

கப்பட்ட நிலத்தளத்தின் மீது கான்கிரீட் தளத்தை நேரிடையாக அமைக்கலாம். இவ் வமைப்பில் கான்கிரீட் பலகை சக்கர எடையைப் பரப்பவும், தேய்வைத் தாங்கவும் பயன்



படம் 19-1.
சாலையின் அடிப்படை அமைப்புக் கூறுகள்

படுகின்றது [19-2. (a)]. சற்று வலிவு குன்றிய நிலத்தளமாக இருந்தால், திணிவு செய்யப்பட்ட கப்பி அல்லது உறுதிப்படுத்தப்பட்ட மண்ணுல் ஆன அடித்தளத்தை அதன் மேலிட்டு,

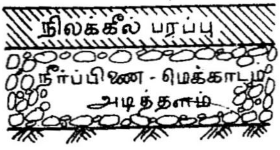


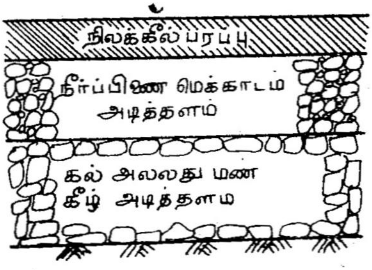
படம் 19-2.
கான்கிரீட் தளத்தின் கட்டுமான முறைகள்

பின்னர் கான்கிரீட் பலகை அமைக்கலாம் [19-2 (b)]. இவ் வடித்தளம் எடையை நிலத்தளத்தின் மீது பரப்புகிறது.

தவிரவும் நிலத்தளத்தில் தோன்றக்கூடிய பரும அளவு மாற்றம், நீர்பீச்சு (Pumping) போன்றவற்றைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. போக்குவரவு மிகவும் அதிகமாயுள்ள பகுதிகளில் கான்கிரீட் தளத்தின் மீது நிலக்கீலால் ஆன தேய்பரப்பை இடலாம். இவ்வமைப்பில் கான்கிரீட் பலகை அடித்தளமாகவும், மண் அல்லது கல் அடுக்கு கீழ்–அடித்தளமாகவும் பணி புரிகின்றன [19-2 (c)].

19–3. நிலக்கீல் சாலை போன்ற நெகிழும் தளங்களில், அடித்தளத்தின் வழியாகப் பெரும்பான்மையான எடை பரப்பப்படுகின்றது. மேற்பரப்பின் முக்கிய பணி தேய்பரப்பாக விளங்குவதேயாகும். சிலவகை நிலத்தளங்களின் மீது—குறிப்பாக களிமண் நிலத்தளங்களின் மேல்—உள்ளூரில் மலிவாகக் கிடைக்கும் பொருள்களைக்கொண்டு கீழ்–அடித்தளம் கட்டப்படுகின்றது [படம் 19-3. (a), (b)].





படம் 19-3.
(a, b) நிலக்கீலார்ந்த தளத்தின் கட்டுமான முறைகள்

திண்மைப்படுத்தப்பட்ட கல், உறுதிப்படுத்தப்பட்ட மண் போன்றவை இதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இக் கீழ்–அடித்தளம் எடையை மேலும் அதிகமாகப் பரப்புவதுடன், நிலத்தளத்திலுள்ள பரும அளவு எளிதில் மாறுபாடு அடையக் கூடிய களிமண் போன்றவை அடித்தளத்தை அடையாதவாறு பார்த்துக்கொள்கிறது.

சாலை அமைப்புக் கூறுகளின் பணிகள்

நிலத்தளம் (Sub-grade)

19–4. இது சாலையின் கடைக்கால் அடுக்கு ஆகும். சாலைப் பரப்பில் தோன்றும் எல்லா எடையையும் இறுதியில் நிலத்தளமே தாங்கவேண்டியுள்ளது. சில சமயங்களில் நிலத்தளம்

இயற்கையான மண் பரப்பாக இருக்கலாம். ஆனால், பல இடங்களில் கட்டுமானம் துவக்குவதற்கு முன்னர் நிலத்தளத்தின் மேற்பரப்பைத் திண்மைப்படுத்துகின்றனர்; அல்லது உறுதிப்படுத்துகின்றனர். நிலத்தளம் நன்கு அமைக்கப்படாவிடின், சாலை நீண்ட நாள்கள் உழைப்பதில்லை.

19-5. வலிவு, வடிமானம், எளிதில் திண்மையடையக் கூடிய தன்மை போன்றவை நிலத்தளத்திற்கு இருக்க வேண்டிய இன்றியமையா இயல்புகளாகும். திண்மைப் படுத்தும் திறனுக்கு இசைந்த 'உகந்த ஈர அடக்கத்தில்' நிலத்தளத்தைத் திண்மைப்படுத்தவேண்டும், திண்மைப் படுத்துவதால் நிலத்தளத்தின் அடர்த்தி அதிகரிப்பதுடன், அழுந்தும் ஆற்றலும், நீரை உறிஞ்சும் ஆற்றலும் குறைகின்றன. இதனால் நிலத்தளத்தின் வலிவும் கூடுகின்றது. நிலத்தளத்தின் திண்மை படுத்துதற்குரிய தடிப்பினைப்பற்றி வெவ்வேறு நிறுவனங்கள் வெவ்வேறு வகுத்துரைகளை வழங்குகின்றன. பொதுவாக இத் தடிப்பு 6″ முதல் 9″ வரை மாறுபடுகின்றது.

நிலத்தளத்தின் வடிமானம்

19-6. நிலத்தளத்தின் வடிமானம் இன்றியமையாத ஒன்றாகும். அடிநில நீர், மேற்பரப்பிலிருந்து உள்நுழையும் நீர் ஆகிய இரண்டினாலும் நிலத்தளம் பாதிக்கப்படா வண்ணம் வடிமானம் அமைக்கப்படவேண்டும். நல்ல வடிமானம் ஏற்படும் விதத்தில் நிலத்தளத்தின் மேற்பரப்பில் தக்க மேல் வாட்ட வளைவு அமைக்கவேண்டும். மேல் அடுக்குகளைக் கட்டத் துவங்குவதற்கு முன்னர், நிலத்தளத்தில் இருக்கக்கூடிய வலிவு குன்றிய பகுதிகளையும், மென்மையான பகுதிகளையும் கண்டறிந்து திருத்தங்கள் செய்யவேண்டும்.

கீழ்–அடித்தளம் (Sub-base)

19-7. சற்று அதிக தடிப்புடன் விளங்கும் தளத்தைச் சற்று குறைந்த செலவில் நிர்மாணிக்கக் கீழ்-அடித்தளம் உதவுகின்றது. கீழ்—அடித்தளத்தின் அமைப்பாண்மையில் சிக்கனம் முதலிடம் வகிக்கின்றது. எனவே, கீழ்—அடித்தள அமைப்பில் உள்ளிடத்தில் கிடைக்கும் பொருள்களைப் பெருமளவிற்குப் பயன்படுத்துகின்றனர். நிலத்தளத்திலுள்ள மண் வகை தரமுள்ளதாகவும், வடிமான நிலைமைகள் சிறப்பாகவும் உள்ள இடங்களில் கீழ்—அடித்தளம் அமைக்கவேண்டுவது இல்லை. நுண்துகள்கள் மிகுந்துள்ள மண் வகைகளுக்கே கீழ்—அடித்தளம் பொதுவாகத் தேவைப்படுகிறது.

19-8. கீழ் – அடித்தளத்தின் பணிகளாவன:

(1) மேற்பரப்பு அடுக்குகள், அடித்தளம் ஆகியவற்றின் கட்டுமான உறுதியை அதிகரித்தல்.

(2) வடிமான நிலைமைகளில் முன்னேற்றம்உண்டாக்குதல்.

(3) மேற் பரப்பு, அடித்தளம் ஆகியவை நிலத்தளத்தில் உள்ள தரம் குறைந்த மண்ணினால் பாதிக்காதவாறு காத்தல்.

அடித்தளம் (Base)

தேய்பரப்பு அல்லது மேற்பரப்பு ஆகியவற்றிற்கு அடுத்து அமைக்கப்படுவது அடித்தளமாகும். அடித்தளத்தின் அமைப் பாண்மையில் முக்கியமாகக் கவனிக்கப்படவேண்டியவை:

(1) மிக அதிகமான சக்கர எடையை நிலத்தளத்திற்கோ அல்லது கீழ் அடித்தளத்திற்கோ பரவலாகச் செய்வதற்கு வேண்டிய தடிப்பினைக் கொண்டிருத்தல்.

(2) ஊர்தியொன்று நின்று கொண்டிருப்பதாலோ அன்றி இயங்கிக் கொண்டிருப்பதாலோ, விளையும் குத்துத் தகைவுகள், கிடைக் கத்தரிப்புத் தகைவுகள் (Horizontal Shear Stresses) போன்றவற்றைத் தாங்கவல்ல கட்டுமான உறுதிப்பாட்டினைக் கொண்டிருத்தல்.

(3) அடித்தளத்திற்குள் உள்ள பல அடுக்குகளில் நிகழக் கூடிய அழுந்துதலைத் தாங்கவல்ல அடர்த்தியினைப் பெற் றிருத்தல்.

(4) இயனிலை மாறுபாடுகளால் அதிகமாகப் பாதிக்கப் படாமல் இருக்கும் தன்மையினை உடையதாயிருத்தல்.

அடித்தளம் அமைப்பதற்குத் தகுந்த மென்திரளை (Soft aggregate), உறுதிப்படுத்தப்பட்ட மண், மெக்காடம், செங்கல், கசடு போன்றவற்றினைப்பற்றி முன்பே கண்டோம்.

19-9. அடித்தளத்தின் பணி தள வகைக்கேற்ப மாறுபடு கின்றது. நெகிழும் தளங்களில் இவை தகைவைப் பரப்பும் ஊடகமாகப் பணி புரிகின்றன. இதனால் கத்தரிப்பு (Shear), அழுந்துவதால் ஏற்படும் உருமாற்றம் போன்றவை நிலத் தளத்தில் நிகழாமல் தடுக்கப்படுகின்றது. தவிரவும் நிலத்

தளத்தில் அளவுக்கதிகமான தகைவுகள் தோன்றுவண்ணம் இவை காக்கின்றன. குறைந்தது 3'' தடிப்புடனுவது இவை இருக்கவேண்டும். மேற்பரப்பிற்கு அடுத்துள்ள அடித்தள பகுதிகளில் மிகையான தகைவு ஏற்படக் கூடுமாகையால், தரமான பொருள்களால் கட்டப்படவேண்டும். சிமெண்ட் கான்கிரீட் போன்ற விறைப்புத் தளங்களின் கீழ்ப்புறம், தேவை ஏற்பட்டாலொழிய அடித்தளம் அமைக்கவேண்டுவதில்லை.

தேய்பரப்பு (Wearing Surface)

19-10. சாலையின் அடுக்குகளுள் தேய்பரப்பின் மீதுதான் ஊர்திகளின் சக்கரங்கள் நேரிடையாகத் தொடுகின்றன. சாலை பரப்பில் கரடுமுரடு ஏதுமின்றி, பயணம் செய்யத்தக்க வழவழப்பான பரம்பை இவை அளிக்கின்றன. போக்குவரவு நடமாட்டத்தால் ஏற்படக்கூடிய அதிக அழுத்தங்களை (Pressure) இவை தக்கமுறையில் அடித்தளத்திற்குச் செலுத்தி விடுகின்றன. தவிரவும், போக்குவரவு நடமாட்டத்தால் ஏற்படக்கூடிய தேய்வையும், சிதைவையும் தடுக்க இவை பயன்படுகின்றன. இவற்றைத் தவிர, சாலையின் மேற்புறம் வழியாகத் தண்ணீர் உள் நுழைவதையும் தடுக்கின்றன. நெகிழும் தளங்களின்மீதுள்ள தேய்பரப்பும் நெகிழும் தன்மைகொண்டதாய் விளங்க வேண்டும். அப்பொழுதுதான் அடித்தளமோ, அன்றி நிலத்தளமோ அமிழும்பொழுது இவை உடைய வாய்ப்பிருப்பதில்லை.

19–11. தேய்பரப்பை அமைக்கப் பல்வேறு பொருள்கள் பயன்படுகின்றன. குறைந்த செலவுச்சாலைகளின் தேய்பரப்பிற்கு, உள்ளூரில் கிடைக்கக்கூடிய பொருள்கள், பதனப்படுத்தப்பட்ட மண் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்துகின்றனர். உயர்வகைச் சாலைகளில் நிலக்கீல், சிமெண்ட் போன்றவை தேய்பரப்பு அமைக்கும் பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. அடித்தளத்தின் உறுதிநிலைப் பாட்டினைப் பொறுத்தும், சாலையின்மேல் இயங்கக்கூடிய ஊர்திகளின் சக்கர எடையினைப் பொறுத்தும், தேய்பரப்பின் தடிப்பு அமைகிறது. இதற்கெனப் பல்வேறு நிறுவனங்கள் வெவ்வேறு வகுத்துரைகளை இயற்றியுள்ளன.

தள அமைப்பாண்மை முறைகள்

19–12. அமைப்பாண்மைக்கென தளங்களை இருவகைப் படுத்தலாம்: (1) நெகிழும் தளங்கள், (2) விறைப்பான

தளங்கள். நிலத்தளத்தின்மீது எடையைப் பரப்பும் விதத்தில் தான் இவையிரண்டும் பெரிதும் வேறுபடுகின்றன. நெகிழும் தளங்களின்மீது எவ்வளவு எடையை வைத்தாலும், தளத்தி லுள்ள அடுக்குகளின் மூலமாக அது பூமிக்குள் மாற்றம் செய்யப் படுகின்றது. எனவே, எடையின் கடுமை (Intensity of loading) கீழ்நோக்கிச் செல்லச் செல்லக் குறைகின்றது. ஆதலால் சாலை மேற்பரப்பின் அருகிலுள்ள தளங்கள் நல்ல தரமான பொருள்களாலும், அதனை அடுத்து வரும் அடுக்குகள் சற்று வலிவு குறைந்த பொருள்களாலும் அமைக்கப்படுகின்றன. மேலும், நெகிழும் தளங்கள் மிகவும் குறைந்த அளவு நீட்சித் தகைவுகளையே தாங்கவல்லவை. நிலத்தளத்திலோ அல்லது அடித்தளத்திலோ ஏதேனும் உருமாற்றம் நிகழ்ந்தால், சாலை மேற்பரப்பிலும் அதனை ஒத்த உருமாற்றம் ஏற்படுகின்றது. (எடுத்துக்காட்டு:) நிலக்கீல்சாலைகள். ஆகவே, நிலத்தளத்தின் வலிவு நெகிழும் தளங்களின் தடிப்பைக் கட்டுப்படுத்துவதில் பெரும் பங்கு வகிக்கின்றது.

19-13. இவ்வாறன்றி, விறைப்பான தளங்களின் அமைப் பாண்மை அடிப்படையிலேயே வேறானதாகும். தனது விறைப்பான குணத்தாலும், அதிகமான மீட்சிக் குணகத் தாலும் முதல் வகையினைக் காட்டிலும் அதிகமான பகுதியில் எடையைப்பரப்புகின்றது. விறைப்பான தளங்களுக்குச் சிறந்த தோர் எடுத்துக்காட்டு கான்கிரீட் தளமாகும். போக்குவரவு நடமாட்டத்திலும் விளையும் தகைவுகளைத் தாங்குவதற்கு ஏற்றதாக வலுவுள்ள போர்ட்லண்ட் சிமெண்ட் கான்கிரீட் பலகை சாலைத்தளமாக அமைப்பாண்மை செய்யப்படுகின்றது. நிலத்தளத்தில் காணப்படும் சிறு சிறு மாறுபாடுகள், குறைபாடுகள் ஆகியவை விறைப்பான தளங்களின் வலிவை அதிக அளவு பாதிப்பதில்லை. நல்ல முறையில் அமைக்கப்பட்ட கான்கிரீட் தளங்கள் சதுர அங்குலத்திற்கு 700 பவுண்டு வரை யிலும் நீட்சித்தகைவுகளைத் தாங்கவல்லவையாகும்.

நெகிழும் தளங்களின் அமைப்பாண்மை முறைகள்

19-14. நெகிழும் தளங்களின் அமைப்பாண்மைபற்றிய அறிவியல் அண்மைக் காலத்தில் தோன்றிய ஒன்றாகும். கடந்த நாற்பது ஆண்டுக் காலமாக உலகெங்கிலுமுள்ள பொறியாளர் களின்–குறிப்பாக அமெரிக்க நாட்டு வல்லுநர்களின்–இடையறு உழைப்பால் விளைந்தவையே தற்போது வழக்கிலுள்ள அமைப்பாண்மை முறைகள்,

19–15. பொதுவாக நெகிழும் தளங்களின் அமைப்பாண்மை முறைகளை மூன்று தொகுப்புகளாகப் பிரிக்கலாம்.

தொகுப்பு 1.

மண் வலிவை அறிய சோதனைகள் நடத்தாமல் அனுபவத்தின் அடிப்படையில் அமைக்கப்பட்ட முறைகள்:

இம் முறை அனுபவத்தின் அடிப்படையில் அமைந்த ஒன்றாகும். சாலை கட்டப்படும் இடத்திலுள்ள மண்ணின் துகள் அளவு பகுப்பாய்வு, திரவ வரம்பு, குழைவு வரம்பு ஆகிய இயல்புகள், இச் சாலையின்மேல் செல்லும் ஊர்திகளின் சக்கர எடை போன்றவை, ஏற்கெனவே கட்டப்பட்டுள்ள சாலையொன்றின் மண் இயல்புகள், அதன்மேல் செல்லும் ஊர்திகளின் சக்கர எடை ஆகியவற்றுடன் ஒத்திருந்தால், முன் கட்டப்பட்ட சாலை தளத்தின் தடிப்பிலிருந்து, நிர்மாணிக்கப்போகும் புதிய சாலையின் தடிப்பைத் தீர்மானிக்க இயலும். இதுவே இம் முறையின் அடிப்படையாகும்.

தொகுப்பு 2.

மண் வலிவு சோதனையொன்றின் அடிப்படையிலும், அனுபவத்தின் அடிப்படையிலும் அமைந்துள்ள முறைகள்:

மண் வலிவை அறிய ஊடுருவல் சோதனை அல்லது தாங்கு சோதனை செய்யப்படுகின்றது. ஏற்கெனவே இதனை ஒத்த வலிவுள்ள மண்ணில் கட்டப்பட்டுள்ள தளத்தின் தடிப்பினை ஒப்பிட்டு புதியதாகக் கட்டப்படவிருக்கும் சாலை தளத்தின் தடிப்பினை அறியலாம்.

தொகுப்பு 3.

கொள்கையின் அடிப்படையிலும், அனுபவத்தின் அடிப்படையிலும் அமைந்துள்ள முறைகள்:

நிலத்தள மண்ணின்—அல்லது சில சமயங்களில் அடித்தள பொருளின்—தகைவு/திரிபு ஆகிய பண்புகளைக் கத்தரிப்புச் சோதனைகள் மூலமாவது அன்றித் தாங்கு சக்தி சோதனைகள் மூலமாவது அறிந்து கொள்கின்றனர். இச் சோதனைகளின் முடிவுகளை, தகைவுகளைப் பரவல் செய்யும் முறைகளைப்பற்றிய கொள்கைகளில் பயன்படுத்தி, தளத்தின் தடிப்பினை அறியலாம். மேற்கண்ட முறைகளுள் முக்கியமான, எளிய சில அமைப்பாண்மை முறைகளைப்பற்றி இனி விரிவாகக் காண்போம்.

தொகுப்பு 1-ல் உள்ள அமைப்பாண்மை முறைகள்

19–16. அடித்தளம், கீழ் அடித்தளம் ஆகியவை போதிய அளவு திண்மைப் படுத்தப்பட்டிருப்பின், கட்டுமானத்தின் தடிப்பை நிலத்தளத்தின் வலிவே பெருமளவிற்கு நிர்ணயம் செய்கிறது. இந் நிலத்தளத்தின் வலிவோ கீழ்வரும் காரணக் கூறுகளைச் சார்ந்துள்ளது:

(1) மண்ணின் ஈர அடக்கம்.

(2) மண்ணின் உலர் அடர்த்தி.

(3) மண்ணின் இயைபு, உள்ளமைப்பு.

இம் மூன்று காரணக்கூறுகளில் முதலிரண்டு காரணக் கூறுகளை, நிலத்தளத்தின் வடிமானத்தை நல்ல முறையில் அமைப்பதன் மூலமாயும், போதிய அளவு திண்மைப்படுத்துவதன்மூலமாயும், கட்டுப்படுத்தலாம். எனவே, நிலத்தளத்தின் வலிவு அதாவது கட்டுமானத்தின் தடிப்பு பெருமளவிற்கு மண்ணின் இயைபையும், உள்ளமைப்பையும் பொறுத்துள்ளது. இவற்றினை மண்ணை வகைப்படுத்த உதவும் எளிய சோதனைகளின்மூலம் அறியலாம்.

தொகுப்புக்குறியீட்டு எண் முறை (Group Index Method)

19-17. இம் முறை அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்–நெடுஞ்சாலைப் பொறியாளர்களால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. 'ஐக்கிய நாடுகள் பொதுச்சாலைகள் நிர்வாகத்தினரின் திருத்தியமைக்கப்பட்ட வகைப்பாட்டின் அடிப்படையில் (Revised U. S. Public Roads Administration Classification) அமைந்துள்ளது. நிலத்தளத்தின்மேல் அமைக்கப்பட வேண்டிய கட்டுமானத்தடிப்பை, இம் முறையினைப் பயன்படுத்திக் கண்டுபிடிக்கலாம். நிலத்தளத்தின் தொகுப்புக் குறியீட்டு எண் அதிகமாக இருந்தால் அதன் வலிவு குறைந்தும், கீழ் அடித்தளத்தின் தடிப்பு அதிகமாகவும் இருக்கும்.

19–18. தொகுப்புக் குறியீட்டு எண் சூத்திரம் வருமாறு:

தொகுப்புக் குறியீட்டு எண் $= 0{\cdot}2a + 0{\cdot}005ac + 0{\cdot}01bd$ ......(19-1)

இங்கு

a = சல்லடை எண் 200 வழியே செல்லக்கூடிய அளவு, சதவீதத்தில். இது 35%–க்கு அதிகமாகவும், 75%-க்கு மேலிடாமலும் இருக்கவேண்டும். 0–லிருந்து 40 வரையிலும் உள்ள முழு எண்ணில் இதனைக் காணலாம்.

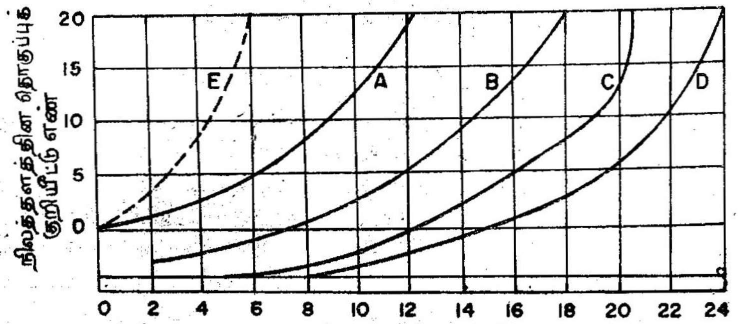
b = சல்லடை எண் 200 வழியே செல்லக்கூடிய அளவு, சதவீதத்தில். இது 15%–க்கு அதிகமாகவும், 55% சதத்திற்கு மேலிடாமலும் இருக்கவேண்டும். 0-விருந்து 40 வரையிலுள்ள முழு எண்ணில் இதனைக் கூறலாம்.

c = 40–க்கு அதிகமாகவும், 60–க்குக் குறைவாகவும் உள்ள திரவ வரம்பின் பகுதி. இதனை 0-விருந்து 20 வரையிலுமுள்ள முழு எண்ணில் கூறலாம்.

d = 10-க்கு அதிகமாகவும், 30–க்குக் குறைவாகவும் இருக்கும் குழைவுக் குறியீட்டு எண். இதனை 0-விருந்து 20 வரையிலுமுள்ள முழு எண்ணில் கூறலாம்.

திரு. ஸ்டீல் (Steel) என்பவர் இம் முறையின் அடிப் படையில் எளிதாக அமைப்பாண்மை செய்ய வரைபடம் ஒன்றைத் தயாரித்துள்ளார்.

திரு. ஸ்டீல் தயாரித்த வரைபடம்



படம் 19-4.
தற்காலிக அமைப்பாண்மை வளைகோடுகள்–தொகுப்புக் குறியீட்டு எண் முறை

வளைகோடு A : தேவைப்படும் கீழ் அடித்தளத்தின் தடிப்பு.

வளைகோடு B : மேற்பரப்பு, அடித்தளம் கீழ் - அடித்தளம் – இலேசான போக்கு வரவு நடமாட்டமுள்ள சாலைகள்.

வளைகோடு C : மேற்பரப்பு, அடித்தளம், கீழ் - அடித்தளம் – நடுத்தரப் போக்கு வரவு நடமாட்டமுள்ள சாலைகள்.

வளைகோடு D : மேற்பரப்பு, அடித்தளம், கீழ் - அடித்தளம் - அதிக போக்கு வரவு நடமாட்டமுள்ள சாலைகள்.

வளைகோடு E : அடித்தளத்தின் கூடுதலான தடிப்பு. வளை கோடு A மூலம் கிடைக்கும் கீழ் - அடித்தளத் திற்குப் பதிலாக இக் கூடுதலான தடிப்பைப் பயன் படுத்தலாம்.

இலேசான போக்கு வரவு நடமாட்டம் : <50 வாணிப ஊர்தி கள்/தினம்.

நடுத்தரப் போக்கு வரவு நடமாட்டம் : 50–300 வாணிப ஊர்தி கள்/தினம்.

அதிக போக்கு வரவு நடமாட்டம் : >300 வாணிப ஊர்தி கள்/தினம்.

எடுத்துக்காட்டு:

19-19. கீழ்க்காணும் தகவல்களின் அடிப்படையில், நடுத்தர நடமாட்டமுள்ள சாலைத் தளத்தின் தடிப்பினைக் கண்டறிக.

நிலத்தளம்—களி மண் – A-6 வகை,

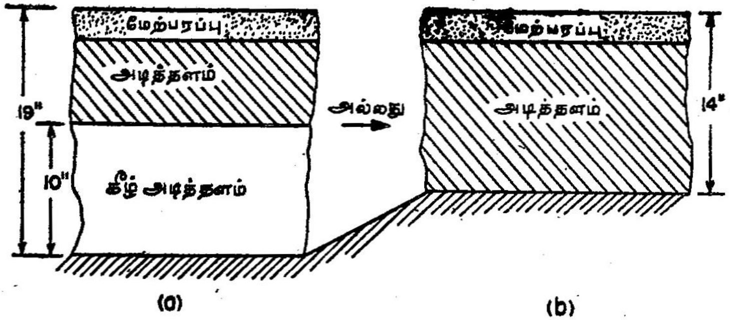
தொகுப்புக் குறியீட்டு எண்—12.

படம் 19-4-ல் தொகுப்புக் குறியீட்டு எண் 12-க்கு நேராக வளைகோடு C-ன் (நடுத்தர நடமாட்டமுள்ள சாலைக் குண்டான வளைவு) பார்த்தால் தடிப்பு 19″ கிடைக்கிறது. எனவே கட்டுமானத் தடிப்பு நிலத்தளத்திற்கு மேல் 19″ இருக்க வேண்டும். பின்னர் அதே தொகுப்புக் குறியீட்டு எண்ணிற்கு நேராக வளைகோடு A-ல் பார்த்தால், கீழ் அடித்தளம் 10″ தடிப் புடன் இருக்க வேண்டுமெனத் தெரியவருகிறது. எனவே, சாலையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் படம் 19–5 (a)-ல் காண் பித்துள்ளவாறு இருக்கலாம். கீழ்' அடித்தளத்திற்குப் பதிலாக வெறும் அடித்தளம் மட்டுமே அமைப்பதாகக் கொள்வோம். தொகுப்புக் குறியீட்டு எண் 12-க்கு நேராக வளைகோடு E-ல் பார்த்தால் அதிகப்படியாக அமைக்க வேண்டிய தடிப்பு 5″ எனத் தெரிகிறது. அடித்தளத்தின் மொத்தத் தடிப்பு 9″+5″= 14″ ஆகும். இதனைப் படம் 19–5 (b)-ல் காணலாம்.

தொகுப்புக் குறியீட்டு எண் முறையைத் தவிர வேறு பல முறைகளும் இத் தொகுப்பில் உள.

தொகுப்பு 2-ல் உள்ள அமைப்பாண்மை முறைகள்

19-20. இம் முறையில், ஊர்திகளின் சக்கர எடைகளினால் விளையும் தகைவுகளை ஒத்த தகைவுகள் ஏற்படும் வண்ணம்



படம் 19-5.
(a, b) தொகுப்புக் குறியீட்டு எண் முறைப்படி சாலையின் குறுக்கு வெட்டு

வலிவு சோதனைகளை நடத்துகின்றனர். பின்னர் இதுபோன்ற வலிவுள்ள நிலத்தளத்தின் மீது ஏற்கெனவே நிர்மாணிக்கப்பட்ட தளத்தினது தடிப்பின் அடிப்படையில் புதிய சாலைகள் கட்டுமானத் தடிப்பை தீர்மானிக்கின்றனர். மண்ணின் வலிவை அறிய சோதனைச் சாலைகளில் பெரும்பாலும் 'கலிஃபோர்னியா தாங்கு சோதனை' (California Bearing Test) பின்பற்றப்படுகிறது.

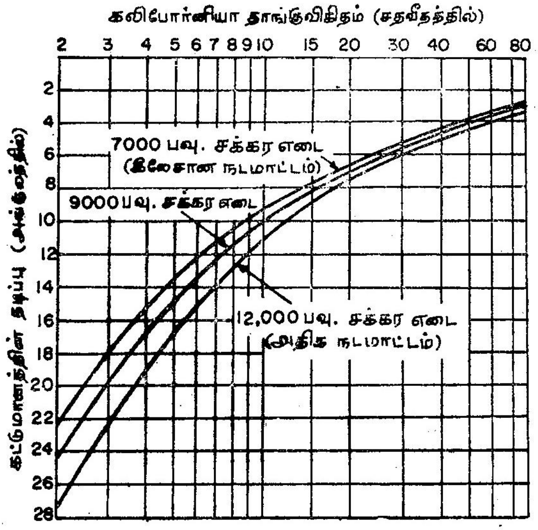
19-21. கலிஃபோர்னியா மாநில நெடுஞ்சாலைத் துறையினர் ஆய்வுகள் பல நடத்தி, 'குறிப்பிட்ட CBR மதிப்புள்ள பொருளின் மேல், ஒரு குறிப்பிட்ட மிகக் குறைந்த தடிப்புள்ள கட்டுமான அமைப்பு அவசியமாகிறது' என்ற முடிவிற்கு வந்தனர். இம் முடிவின் அடிப்படையில் வரைபடம் ஒன்றினையும் தயாரித்துள்ளனர் (படம் 19-6).

எடுத்துக்காட்டு:

19-22. கீழ்க் காணும் தகவல்களின்படி சாலைத்தளம் ஒன்றினை அமைப்பாண்மை செய்க:

சக்கர எடை	:	12,000 பவுண்டு.
நிலத்தளம்	:	மணல், CBR மதிப்பு=20%.
கீழ்-அடித்தளம்	:	குறைவுள்ள தர நிலை, CBR மதிப்பு: 35%.
அடித்தளம்	:	நன்கு தர நிலை செய்யப்பட்டுள்ளது. CBR : >80%

நிலத் தளத்தின் மீது அமைக்கப்பட வேண்டிய கட்டு மானத்தின் தடிப்பை அறிய, படம் 19-6-ல் CBR 20%-க்கு நேராக 12,000 பவுண்டு (சக்கர எடை) குறிக்கப்பட்டுள்ள வளை கோட்டில் பார்க்கவும். கட்டுமானத்தின் தடிப்பு 8″.

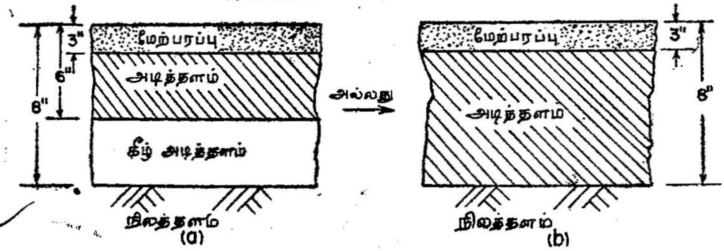


படம் 19-6.

CBR - முறையின் அடிப்படையில் தயாரிக்கப்பட்ட சாலை அமைப் பாண்மை வளை கோடுகள்

கிடைக்கிறது. அதாவது நிலத் தளத்தின் மீது அமைக்கப்பட வேண்டிய கட்டுமானத்தின் தடிப்பு 8″ ஆகும். கீழ்-அடித் தளத்தின் மீது அமைக்கப்பட வேண்டிய கட்டுமானத் தடிப்பினை அறிய CBR மதிப்பு 35%-க்கு நேராக அதே வளைகோட்டில் பார்க்கவும். சுமார் 6″ கிடைக்கிறது. பின்னர் அடித்தளத்தின் மீது அமைக்கப்பட வேண்டிய கட்டுமானத்தின் தடிப்பினை, CBR 80%-க்கு நேராக அதே வளைகோட்டில் பார்ப்பதன் மூலம் அறியலாம். இது சுமார் 3″ தடிப்பிற்கு வருகிறது. இவற்றின் படம் 19-7 (a) விளக்குகிறது. மேற்கூறியவாறன்றி, சாலையில் கீழ்-அடித்தளத்திற்குப் பதிலாக, அடித்தளமே அமைப்பதாக் கொள்வோம். இப்பொழுதும் நிலத் தளத்தின் மீது அமைக் கப்பட வேண்டிய கட்டுமானத் தடிப்பில் மாற்றமேதுமில்லை. அதேபோல் அடித்தளத்தின் மேல் அமைக்கப்பட வேண்டிய கட்டுமான தடிப்பில் மாற்றமேதுமில்லை. அதாவது 3″ ஆகும்.

இதனைப் படம் 19-7 (b)-ல் காண்பிக்கப்பட்டுள்ள சாலையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் விளக்குகிறது. சாலை கட்டுவதற்குக் கிடைக்கும் கட்டுமானப் பொருள்களுக்கு ஏற்ப, இவ்விரு விதங்களுள் ஏதேனும் ஒன்றின் அடிப்படையில் அமைப் பாண்மை செய்யலாம்.



படம் 19-7.
சாலையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

19-23. CBR முறை நெகிழும் வகைத் தளங்களுக்கென தயாரிக்கப் பட்டதாகும்; இவ்வகைத் தளங்களுக்கே பெரிதும் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது, எனினும் சில சமயங்களில் விறைப்புத் தளவகையைச் சார்ந்த கான்கிரீட் தளங்களின் அமைப்பாண்மைக்கும் பயன்படுத்தப் படுகிறது. நெகிழும் தளங்களைவிட கான்கிரீட் தளம் எடையை அதிகமாகப் பரப்பும் இயல்புடையதாகையால், CBR-அமைப்பாண்மை வளை கோடுகளின் வழியே கிடைக்கும் தடிப்பில் [படம் 19-6] சற்றுக் குறைத்துக் கொள்ள வேண்டும். CBR முறை, விமான தளத்திலுள்ள ஓடு பாதை போன்றவற்றின் அமைப் பாண்மைக்கும் தற்போது பயன்படுத்தப் படுகிறது.

19-25. மேற்கண்ட முறையைத் தவிர, வடடக்கோட்டா கூம்பு முறை (North Dakota Cone Method), கனடா நாட்டின் போக்குவரத்துத் துறையினரின் முறை (Canadian Department of Transport Method) போன்ற பலவகை முறைகள் இத் தொகுப்பின் கண்ணே உள.

விறைப்பான தளங்களின் அமைப்பாண்மை முறை

19-25. விறைப்புத் தளங்களின் அமைப்பாண்மை முறை, நெகிழும் தளங்களின் அமைப்பாண்மை முறையிலிருந்து பெரிதும் வேறுபடுகின்றது. விறைப்புத் தளங்கள் நேரிடை நீட்சியாலோ (Direct Tension) அன்றி வளைதலாலோ (Bending)

செயலழிந்து போகக்கூடும். எனவே, விறைப்புத் தளங்கள் வளைதலைத் தடுக்கும் ஆற்றலின் அடிப்படையில் அமைப்பாண்மை செய்யப்படுகின்றன. இதற்கென சோதனைச் சாலைகளின் 'வளைதல் சோதனை'களை நடத்தி அவற்றின் மூலம் 'முறிவுக் குணகத்தினை' (Modulas of rupture) அறிகின்றனர்.

19-26 சாலை சமைப்போரின் அனுபவம், படித்தர நடைமுறைகள், ஏற்கெனவே, கட்டப்பட்ட சாலைகள் செயல்படும் பாங்கு (Performance) ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் விறைப்புத் தளங்களின் அமைப்பாண்மை செய்யப்படுகின்றது.

கான்கிரீட் தளத்தில் ஏற்படும் தகைவுகள்

19-27. கான்கிரீட் தளத்தில் பலவிதமான காரணக் கூறுகளால் தகைவுகள் தோன்றுகின்றன. ஊர்திகளின் சக்கர எடை; வெப்பநிலை மாறுபாடுகள்; ஈர அடக்கத்தில் நிகழும் மாறுபாடு; நிலத்தளம், அடித்தளம் ஆகியவற்றில் நிகழும் பருமஅளவு மாறுபாடு போன்றவை அவற்றுள் சிலவாம். இவற்றுள் ஊர்திகளின் சக்கர எடையால் ஏற்படும் தகைவுகளைப்பற்றி இங்குக் காண்போம்.

19-28. கான்கிரீட் தளங்களில் ஏற்படும் தகைவுகளை வெஸ்டர் கார்ட் (Westergaard) என்பவர் ஆராய்ந்தார். கான்கிரீட் தளத்தில் கீழ்க்காணும் இடங்களில் எடை இருப்பதாகக் கொண்டு, அப்பொழுது ஏற்படும் தகைவுகளைக் கண்டறிய சமன்பாடுகளை இயற்றினார்:

(i) தளத்தின் உட்புறம் (Interior).

(ii) தளத்தின் விளிம்பு (Edge).

(iii) தளத்தின் மூலை (Corner).

தளத்தின் குறுக்குவாட்ட இணைப்புகள், விரிசல்கள் போன்றவை சாலையின் விளிம்புகளையோ அன்றி நெட்டாங்கு இணைப்புகளையோ வெட்டும் இடங்களில் மூலைகள் உருவாகின்றன.

19-29. தளத்தின் உட்புறத்திலும், விளிம்பிலும் எடை இருக்கும்பொழுது, எடைக்கு மிக அருகிலேயே தகைவு மிகுந்திருக்கும். எடையின் மையத்தில் தகைவு அதிகமாகவும் அதைவிட்டு விலக, விலகக் குறைந்தும் காணப்படும். தளத்தின் உட்புறத்தில் எடை செயற்புரியும்போது, ஆரைத்திசைகளில் சம அளவுள்ள தகைவு ஏற்படுகின்றது. விளிம்பில் எடை

இருக்கும்போது உச்சத் தகைவு ஒரு திசையினதாகவும் (Unidirectional), விளிம்பிற்கு இணையாகவும் இருக்கின்றது. இவ் விரு நிலைகளிலும் உச்சவளை நெம்புதிறன் (Maximum Bending Moment) நேர் எண் (Positive) ஆகும். அதாவது பலகையின் அடிப்புறம் நீட்சியும், மேற்புறம் இறுக்கமும் ஏற்படுகின்றன.

19–30. மூலையில் எடை செயற்புரிவதால் எதிர் நெம்பு திறன் உண்டாகிறது. அதாவது பலகையின் அடிப்புறம் இறுக்கமும், மேற்புறம் நீட்சியும் ஏற்படுகின்றன. மேலும், முன்னிரு நிகழ்வுக் கூறுகள் போல் எடைக்கு அருகில் உச்சத் தகைவு தோன்ருமல், இந் நிலையில், எடைக்குச் சற்றுத் தொலைவில் ஏற்படுகின்றது. கீழ்க்காணும் தொலைவில் உச்ச நெம்புதிறன் ஏற்படுவதாக வெஸ்டர்கார்ட் அறிந்தார்:

$$x = 2{\cdot}38\sqrt{al} \quad \ldots \quad \ldots \quad (19\text{-}2)$$

இங்கு,

x = பலகையின் மூலையிலிருந்து உச்சத் தகைவு தோன்றும் குறுக்கு வெட்டின் தொலைவு. இதனைப் பலகையின் மூலை இரு சமவெட்டியினூடே அளக்கப்படவேண்டும் (அங்குலத்தில்).

a = தொடு நிலைபரப்பின் ஆரை (அங்).

l = சார்பு விறைப்பின் ஆரை (radius of relative stiffness).

$$= 4\sqrt{\frac{Eh^3}{12\,(1-u^2)\,K}}$$

E = கான்கிரீட்டின் மீட்சிக் குணகம் (பவுண்டு/ச.அங்).

h = பலகையில் தடிப்பு (அங்).

μ = கான்கிரீட்டின் பாய்சான் வீதம் (Poisson's ratio).

K = நிலத்தள எதிர்வினை குணகம் (modulas of subgrade reaction) பவு/ச.அங்/அங்.

மேலும் உச்சத் தகைவு தோன்றும் குறுக்கு வெட்டின் நீளம்.

$$2x = 4{\cdot}76\sqrt{al} \text{ ஆகும்.} \quad \ldots \quad (19\text{-}3)$$

19–31. மேற் கூறப்பட்ட சமன்பாடுகளைத்தவிர, வெஸ்டர்கார்ட் சக்கர எடையொன்று பலகையின் மூலையிலும், விளிம்

பிலும், உள்ளும் இருக்கும்போது ஏற்படும் தகைவுகளைக் கண்டறிய கீழ்க்காணும் சூத்திரங்களையும் இயற்றினர்:

$$\sigma_c = \frac{3P}{h^2}\left[1 - \left\{\frac{12(1-\mu^2)K}{Eh^3}\right\}^{0\cdot 15}\{a\sqrt{2}\}^{0\cdot 6}\right] \quad \ldots (19\text{-}4)$$

$$\sigma_e = \frac{0\cdot 52\, gP}{h^2}[1 + 5\cdot 04\,\mu]\left[\log_{10}\left\{\frac{Eh^3}{Kb^4}\right\} - 0\cdot 71\right] \quad \ldots (19\text{–}5)$$

$$\sigma_i = \frac{0\cdot 275\, P}{h^2}(1+\mu)\log_{10}\left\{\frac{Eh^3}{Kb^4}\right\} \quad \ldots (19\text{-}6)$$

இங்கு,

σ_c = கான்கிரீட் பலகையினை மேற்புற மூலையில் ஏற்படும் உச்ச நீட்சித் தகைவு (பவுண்டு/ச. அங்).

σ_e = கான்கிரீட் பலகையின் உடைபடா அடி விளிம்பினூடே ஏற்படும் உச்ச நீட்சித் தகைவு (பவுண்டு/ ச. அங்).

σ_i = கான்கிரீட் பலகையின் உள் அடிப்புறத்தில், எடை மையத்தின் நேராக ஏற்படும் உச்ச நீட்சித் தகைவு (பவுண்டு/ச. அங்).

E = கான்கிரீட்டின் மீட்சிக் குணகம் (பவுண்டு/ச. அங்).
= $3 - 6 \times 10^6$ பவுண்டு/ச. அங்.

μ = கான்கிரீட்டின் பாய்சான் விகிதம் (0·1 முதல் 0·35 வரை).

K = நிலத்தள எதிர்வினைக் குணகம் (பவு/ச.அங்./அங்).

h = கான்கிரீட் பலகையின் தடிப்பு (அங்).

p = சக்கர எடை (பவுண்டில்).

a = தொடுநிலை பரப்பிற்குச் சமமான வட்டத்தின் ஆரை (அங்).

b = $\sqrt{(1\cdot 6a^2 + h^2)} - 0\cdot 675\, h$ [$a < 1\cdot 724\, h$ ஆக உள்ள போது].

= [$a > 1\cdot 724 h$ ஆக உள்ளபோது].

19-32. சமன்பாடுகள் 19-4, 19-5, 19-6 ஆகியவற்றிலிருந்து பின்வரும் முடிவுகளைப் பெறலாம்:

(1) எடைக்கு நேர்விகிதத்தில் நீட்சித் தகைவு உள்ளது.

(2) இயன்ற வரையில் அதிக பரப்பில் எடையைப் பகிர்வதால் உச்சத் தகைவின் மதிப்பு குறைகின்றது.

(3) தளப் பலகையின் விளிம்பில் எடை இருக்கும்போது மிக அதிகத் தகைவும், மூலையில் எடை இருக்கும்போது சற்றுக் குறைவான தகைவும் உண்டாகின்றது.

(4) பலகையின் தடிப்பை அதிகமாக்குவதால் தகைவு பெருமளவு குறைகின்றது. சான்றாக, குறிப்பிட்ட எடையொன்றினால் 6″ தடிப்புள்ள பலகையில் தோன்றும் தகைவில் நான்கில் ஒரு பகுதி முதல் மூன்றில் ஒரு பகுதி வரையிலுமே 12′ தடிப்புள்ள பலகையில் தோன்றுகிறது.

(5) நிலத்தள எதிர்வினைக் குணகத்தில் தோன்றும் மாற்றத்தினால் நிகழும் தகைவு மாற்றம் குறைவே. சான்றாக, நிலத்தள எதிர்வினைக் குணகத்தில் 200முதல்50 பவு/ச.அங்./அங். ஏற்படும் மாற்றத்தினால் நிகழும் உச்சத் தகைவு உயர்வு 10 சதம் அல்லது அதற்குக் குறைந்த அளவேயாகும்.

19-33. வெஸ்டர்கார்டின் சூத்திரங்களின்படி கிடைக்கும் தகைவுகளிலிருந்து உண்மையில் கிடைக்கும் தகைவுகளின் அளவு பெரிதும் மாறுபடுகின்றன. காட்டாக, ஸ்பார்க்ஸ் (Sparkes) என்பார், நிலத்தளத்தின் ஆதரவு அற்ற நிலையில் தளப்பலகை உள்ளபோது தோன்றும் தகைவைக் கண்டறிய

$\sigma c = 3P/h^2$ என்னும் சூத்திரத்தைக் கண்டறிந்துள்ளார் ... (19-7.)

ஆயின் நடைமுறையில் நிலத்தளம் ஓரளவிற்காவது தளப் பலகைக்கு ஆதரவு நல்குமாதலால், சமன்பாடு 19-7-ன் மூலம் கிடைக்கப்பெறும் தகைவுகள் சற்று மிகையானவையே. எனவே, உண்மையில் தளப்பலகையில் ஏற்படும் தகைவுகள் சமன்பாடுகள் 19-4-க்கும் 19-7-க்கும் இடையில் இருக்கும்.

இதேபோல் விளிம்பில் எடை இருக்கும்போது தோன்றும் தகைவுகளும் கொள்கையின் அடிப்படையில் கிடைக்கக்கூடிய தகைவுகளைக் காட்டிலும் அதிகமாகவே இருக்கும். எனவே, மேற்கண்ட சூத்திரங்களில் மாறுதல்கள் பல செய்துள்ளனர். இவற்றுள் ஒன்றுன 'பிக்கட்' (Picket) என்பவரது சூத்திரங் களைப்பற்றி காண்போம்.

19-34. 1951ஆம் ஆண்டு பிக்கட் என்பார் இரு 'அரை செயல்முறைச் சூத்திரங்களை' இயற்றினார். அவற்றுள் ஒன்று 'பாதுகாக்கப்பட்ட' மூலைகளுக்கும் (Protected Corners), பிறி தொன்று 'பாதுகாக்கப்படாத' மூலைகளுக்கும் (Unprotected Corners) ஆகும். பலகை யொன்றின் ஒரு மூலையிலிருந்து அடுத்துள்ள பலகைக்குச் சாதனங்கள் மூலமாவது அன்றி திரளையின் பிணைப்பாற்றல் மூலமாவது குறைந்தது 20% எடை மாற்றம் நிகழ்ந்தால், அதனைப் பாதுகாக்கப்பட்ட மூலை என்கிறோம். இவ்வாறன்றி 80%-க்கு மேல் எடையைத் தாங்கும் மூலைகள் 'பாதுகாக்கப்படாத மூலைகள்' எனப்படு கின்றன.

19-35. பாதுகாக்கப்பட்ட மூலைகளுக்கான சூத்திரம்:

$$\sigma e = \frac{3\cdot36\ P}{h^2}\left[1 - \frac{\sqrt{\frac{a}{l}}}{0\cdot925+0\cdot22\,\frac{a}{l}}\right] \quad \ldots (19\text{-}8)$$

பாதுகாக்கப்படாத மூலைகளுக்கான சூத்திரம் :

$$\sigma c = \frac{4\cdot2\ P}{h^2}\left[1 - \frac{\sqrt{\frac{a}{l}}}{0\cdot925+022\,\frac{a}{l}}\right] \quad \ldots (19\text{-}9)$$

இங்கு, P, h, a, l, σc, ஆகியவை முன்பு குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

19-36. இந்திய கான்கிரீட் சங்கத்தினரின் பரிந்துரைகள் (Recommendation of the Indian Concrete Association):

நன்கு உறுதி நிலைபடுத்தப்பட்ட மண்ணின் மேல் அமைக் கப்படும் 10' அகலமுள்ள நெறிப் பிரிவுகளில் பயன்படுத்தத்

தக்க கான்கிரீட் பலகையின் (1 : 2 : 4) தடிப்பிற்குக் கீழ்க் காணும் பரிந்துரைகளை இந்திய கான்கிரீட் சங்கத்தினர் இயற்றி யுள்ளனர்.

அட்டவணை 19-1.

இந்திய கான்கிரீட் சங்கத்தினரின் பரிந்துரைகள்

எண்	சாலைதளத்தின் ஓர் அடி அகலத்தில் நடைபெறும் தோராய தினசரி போக்குவரவு நடமாட்டம், (டன்னில்)	தளப்பலகையின் (தடிப்பு அங்குலத்தில்) சீரான தடிப்பு
1.	50 – 100	5
2.	100 - 150	6
3.	> 150	7

20. சாலைப்புற வசதிகள்

20-1. இயற்கையோடு இயைந்து இருப்பதில்தான் மனத்திற்கு எத்துணை இன்பம்! செயற்கையான சாலைகளாக இருப்பினும், அவற்றினை இயற்கைப்படுத்தல் இன்றியமையாத ஒன்றன்றோ! சாலையின் இரு மருங்கிலும் பயணிகளின் மனத்திற்கும், உடலுக்கும் உவகையூட்டும் வண்ணம் குளிர் தரு மரங்களை நடுதல் நன்றன்றோ! கண்ணெதிரே நீண்டு பரந்து கிடக்கும் சாலையை இமை கொட்டாமல் பார்த்தபடி ஊர்தியை இயக்கும் ஓட்டுநரின் கண்களுக்குக் குளிர்ச்சியாக இருப்பதற்கு ஆங்காங்கே பசுமையான புல் பரப்புகளை அமைத்தல் சிறந்த செயல் அல்லவா! இவையும், இவை போன்ற பிறவும் 'சாலைப் புற வசதிகளின்' கண்ணே அடங்குகின்றன. இதனைத்தவிர பொறியாளர்கள் கட்டடக் கலைஞர்களின் துணைகொண்டு சுற்றுப்புறங்களுக்கு முற்றிலும் பொருந்துமாறு சாலையை நிரல் படுத்துதல், அதன் அளவுகளை அமைத்தல் ஆகியவையும் 'சாலைப்புற வசதிகளிடத்து' அடங்கும்.

20-2. சாலைப்புற வசதிகளில் கீழ்க்கண்டவை உள்ளன:

(1) மரவேளாண்மை (Arboriculture).

(2) வீதியை நிரல் படுத்தல், அதன் அளவுகளைத் தக்க விகிதத்தில் போன்றவை. (Street Alignment & Proportion).

(3) வீதி விளக்குகள்.

(4) சாலைப்புற சாதனங்கள் (Road side equipments).

(5) விளம்பரங்களைக் கட்டுப்படுத்தல் (Advertisement Control).

அவற்றுள் வீதிவிளக்குகள், சாலைப்புற சாதனங்கள் (அறிவிப்புக்குறி, சைகைகள் போன்றவை), விளம்பரங்களைக் கட்டுப்படுத்துதல் ஆகியவற்றை முன்பே கண்டோம்.

20-3. மர வேளாண்மை

சாலைப்புறங்களில் மரங்களை வளர்க்கும் கலை தொன்று தொன்று தொட்டே நம்நாட்டில் இருந்து வந்துள்ள ஒன்றாகும். சாலையின் இரு மருங்குகளிலும் 'தங்கு நிழல் பரப்பும்' மரங்களை வைத்துச் சாலையைக் கைபுனைந்தியற்றிய கவின் பெறு வனப்பாக அமையுமாறு ஆக்கியவர்கள் நம் முன்னோர்கள். சுருக்கமாகக் கூறினால், சாலையின் இரு பக்கங்களிலும் மரங்கள் வைப்பதன் மூலம் சாலையின் அழகையும், பயனையும் ஒரு சேர வளர்த்தனர்.

20-4. சாலைப்புறங்களில் மரங்களையும், பிற தாவரங்களையும் வளர்ப்பதனால் சாலையின் அழகை அதிகரிக்கச் செய்வதுடன், சாலையையும், அதனைப் பயன்படுத்துவோரையும் திறந்த வெளிகளில் வீசும் மணலிலிருந்தும் பாதுகாக்க இயலுகிறது. தவிரவும் இந்தியா போன்ற வெப்ப நாடுகளில் நிலக்கீலார்ந்த சாலையின் மேற்புறம் ஒழுகுதலிலிருந்து (Bleeding) தடுக்க இவை துணைபுரிகின்றன. சாலை மருங்குகளில் ஏற்கெனவே உள்ள மரங்களைப் பேணி வளர்த்தலும், பார்வைக்கு ஒவ்வாத மரங்களையும், பார்வையை மறைக்கும் மரத்தின் பகுதிகளையும் நீக்குதலும் வேண்டும். முடிவற்றது போல் நீண்டிருக்கும் சாலைப்பகுதிகளில் மாறுபாடு ஏதுமற்றுத் தோற்றமளிக்கும் வெறுமையினை விரட்டுதற்கு வேண்டியன செய்தல் அவசியமாகின்றது. இதற்கென சில இடங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து, அவ்விடங்களில பல வண்ணமலர் சொறியும் தாவர இனங்களையும், பரந்து நிழல்தரும் மரங்களையும் கூட்டாக வளர்த்தல் நன்று. இவ்வாறான அமைப்புகள் சாலையின் மருங்கிலுள்ள பிற மரங்களுடன் இணைந்து சாலையின் அழகிற்கு மேலும் அழகூட்டுகின்றன.

20-5 பொதுவாக சாலைப்புறங்களில் வளரும் மரங்களை அழித்தல் நன்றன்று. அவற்றின் இடைவெளிகளில் நடப்பட்டவை வளர்ந்து, மரமாகி நிழல்தரும் காலம்வரை' பழைய மரங்களை வெட்டி வீழ்த்துதல் கூடாது. ஆயினும், சிலமயங்களில் முதிர்ந்த நிலையிலிருக்கும் பழைய மரங்களை நீக்கி விடலாம். மரம் வளர்ந்து பயன் தந்து முடிவதற்குச் சுமார்

15 முதல் 20 ஆண்டுக் காலம் ஆகலாம். இவ்வாறு மரங்களை வளர்த்தல், அவற்றினை வெட்டி வீழ்ததுதல் என்ற இச் சுழற்சி எப்போதும் சாலையில் சீராக நிழல் கிடைக்கும்வகையில் நடைபெற வேண்டும்.

20–6. புதிய மரவேளாண்மைத் திட்டங்களுக்கு நிதி தேவைப்படலாம். முதலாண்டு முழுமையும் மரங்கள் வளர்ப்பதற்குச் செலவு மிக அதிகமாக இருக்கும். பின்வரும் ஆண்டுகளில் அவை வளர, வளர அவற்றைப் பராமரிப்பதற்கு ஆகும் செலவு குறைந்துகொண்டே வரும், சாலையின் இரு புறங்களிலும் புதியதாக மரங்கள் வைப்பதற்குச் சுமார் 2,000 ரூபாய் ஆகுமென மதிப்பீடு செய்யப்படுகிறது. தற்போது நமது நாட்டில் சாலைகள் கட்டுமான வேலைகளும், விரிவுபடுத்தும் வேலைகளும் பெருமளவில் நடைபெற்றுக் கொண்டிருப்பதால், எல்லாச் சாலைகளுக்கும் உடனடியாக மரவேளாண்மைத் திட்டத்தினை அமல்படுத்த நிறையச் செலவு ஆகும். எனவே, பல கட்டங்களில் இத் திட்டட்தினை வகுத்துச் செயல்படுத்த வேண்டும். போக்குவரவு நடமாட்டத்தின் அளவினையும், மேற்பார்வை செய்வதற்கு எளிதான தன்மையையும், மண்ணின் வகையினையும் பொறுத்துச் சாலைகளை ஒன்றன்பின் ஒன்றாகத் தேர்ந்தெடுத்து அவற்றில் மரம் நடுதல் வேண்டும். முக்கியத்துவத்தில் சற்றுக் குறைந்த சாலைகளிலும், போதிய இடவசதியற்ற சாலைகளிலும் சாலையின் ஒருபுறத்திலாவது மரங்களை நடவேண்டும். மிகக் குறைவான நிதி வசதி இருந்தால், ஏற்கெனவே உள்ள மரங்களுக்கு இடையில் புதிய மரங்களை நட்டுச் சாலை பரப்பில் தொடர்ச்சியாக நிழல் கிடைக்குமாறு செய்வது நன்று.

மரங்களை நடுதல்

20–7. சாலைகளில் மரங்களை நடும்போது ஒரு தடவைக்குக் குறைந்தது இரண்டு மைல் நீளமுள்ள சாலைப்பகுதியை எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். சாலையின் இரு புறங்களிலும் மூலைவிட்ட எதிரான (Diagonally opposite) திசைகளில் மரங்களை நடவேண்டும். இதனால் சாலைப்பரப்பில் சீரான நிழல் கிடைக்கின்றது. மரங்களை 30′ முதல் 40′ வரையிலான இடைவெளிகளில் நடலாம். அவைகள் நடப்பட வேண்டிய குழிகளின் அளவு சுமார் 4′×4′×4′ இருப்பதுடன், அக் குழிகள் நேரான வரிசையில் சாலை தளத்தின் விளிம்பிலிருந்து சற்றுத் தூரம் தள்ளி அமைக்கப்படவேண்டும். அதி முக்கியம் வாய்ந்த சாலைகளாக

இருப்பின், அவற்றின் மையக்கோடுகளிலிருந்து சுமார் 35′ தூரம் தள்ளியும், மற்ற சாலைகளில் 25′ தூரம் தள்ளியும் குழிகள் இருத்தல் நன்று. சாலை செல்லும் பகுதி நீர் தங்கும் பரப்பாக இருப்பின் சற்று மேடாக உள்ள பகுதிகளிலும், மேட்டில் அமைக்கப்பட்ட சாலையாக இருந்தால் உயர்வான இடங்களிலும் மரங்களை நடவேண்டும். ஆடு, மாடு போன்ற கால்நடைகள் இவ்வாறு அமைக்கப்படும் மரங்களை மேயாமல் இருக்க இவற்றினைச் சுற்றி இரும்புக் கம்பிகளாலும், வரி முள் கம்பிகளாலும் (Barbed wires) வேலி அமைக்கலாம். காலியான தார் பீப்பாய்களைக்கொண்டு வேலி அமைத்தல் மிகவும் சிக்கனமானதாகும். பெரும்பாலும் இம் முறை மாநில பொதுப்பணித்துறையினரால் பின்பற்றப் படுகிறது. மிகவும் வெப்பமான நாள்களில் இவ்வாறு அமைக்கப் பட்ட பீப்பாய்களினுள் உள்ள தாவரம் விரைந்து கருகிவிடும் என்பதே இம் முறையின் குறைபாடாகும்.[1]

20-8. சாலைப்புறங்களில் வைக்கப்படும் மரவகைகள் நிழல் தருவனவாகவும், வலிவான வேர் உள்ளனவாகவும், பெருங் காற்றையும் புயலையும் தாக்கும் தன்மை கொண்டனவாகவும் இருக்கவேண்டும். தவிரவும், இவை விரைந்து வளர்வன வாகவும், கடினமாகவும், எளிதில் தன்னைக் காத்துக்கொள்ளும் பக்குவம் அடையும் இயல்பினை உடையதாகவும், அழகுடனும் சீராகவும் இருக்க வேண்டும். நமது மாநிலத்தில், மாமரம் (Mangi fera Indica). புளியமரம், வேப்ப மரம் (Margosa), நாகமரம் (Eugenia Jobmonala), இலுப்பை மரம் (Bassia Latifolia), நாட்டு இலுப்பை மரம் (Bssia Longifolia), புன்னை மரம் (Calophyllum Tomentosum), கொன்றை, ஆல மரம், அசோக மரம், தேக்கு, முந்திரி மரம் யூகலிப்டஸ் (Eucalyptus) போன்ற மரங்களையும், பனை, தென்னைபோன்ற மர வகை களையும் சாலையின் மருங்குகளில் நடுகிறோம். வேலமரம், வேலி காத்தான் போன்ற முள்ளுள்ள மர வகைகளையும், முருங்கை, வில்வ மரம் போன்ற காற்றில் எளிதில் உடையும் மர வகை களையும் சாலையின் பக்கங்களில் வளர்த்தல் கூடாது. இதற்கு வேண்டிய விதைகளையும், மர இனங்களையும் நாற்றுப் பண்ணை யிலிருந்து பெறுதல் நன்று.

20-9. மரங்கள் நேராக வளர்வதற்கும், தக்க உருவத் துடனும், வடிவத்துடனும் இருப்பதற்கும், சாலையின் போக்கு

---

[1] பீப்பாயின் தகட்டில் அங்கங்குப் பல ஓட்டைகளைச் செய்வதன் மூலம் இக் குறையை ஓரளவு நீக்கலாம்.

வரத்து நடமாட்டத்திற்கு இடையூறு விளைவிக்காமலிருப்பதற் காகவும் தாழ்வாக வளரக்கூடிய-வளர்ந்த மரக்கிளைகளையும், மரத்தின் பிற பகுதிகளையும் நீக்கி, மரத்தினை ஓர ஒப்பனை செய்தல் (Trimming or Pruning & Lopping) முக்கியமானதாகும். இப் பணியை மழைக்காலம் முடிந்தபின் செய்வது வழக்கம். இதற்கு இரம்பம், கோடாரி போன்ற கருவிகளைப் பயன் படுத்தலாம்.

வீதியை நிரல்படுத்தல், தக்க விகிதத்தில் அமைத்தல்

20–10. அலுவலகத்தில் தயாரிக்கபபடும் சாலையின் நிலப்படத்தில் சாலையின் முழு நீளத்தினையும் காண இயலு கிறது. எனவே, சாலையின் அழகினையும், சமச்சீரையும் எளிதில் உணர முடிகிறது. ஆனால் சாலையில் செல்லும்பொழுது அதன் முழு நீளத்தையும் ஒரே சமயத்தில் காண இயலுவதில்லை யாகையால், சாலையைப் பயன்படுத்துவோர் சாலையின் அழகையும், சீர்மையையும் பாராட்ட முடிவதில்லை. எனவே, இதனை மனத்திற்கொண்டு, சாலை திட்டத்தைத் தயாரிக்க வேண்டும். மேலும், அப் பகுதியின் இயற்கை எழிலையும், வரலாற்றுப் பெருமை வாய்ந்த நினைவு மண்டபங்களையும் அணைத்தாற்போல் செல்ல வேண்டும். சாலையின் அளவுகள், தக்க விகிதத்தில் அமைந்திருத்தல் நன்று. சாலையின் தோள் பட்டைப் பகுதிகள், பக்க வடிகால்கள், பக்கச் சரிவுகள் ஆகியவை பார்வைக்கு மகிழ்ச்சி தருவனவாய் இருப்பதுடன், இயற்கையான சுற்றுப்புறங்களுக்கு இசைந்து காணப்பபட வேண்டும். நகர எல்லைக்குள் சாலை வழி, நடைபாதைகள், மிதிவண்டித் தடம் போன்ற தளம் பாவப்பட்ட பகுதிகள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணையாய் இருப்பதுடன், போக்குவரத்து நடமாட்டத்தின் தேவைகளுக்கேற்ற அளவினதாயும் இருக்க வேண்டும். இத்துடன் மட்டுமல்லாது அவற்றினை அழகுமிளிர அமைத்தலும் வேண்டும். சாலை அகன்றிருப்பின், அதன் இடைப்பகுதியில் பசுமையான புல், மலர்தரும் செடிகள் போன்றவற்றை வைக்கலாம். சாலையின் இருபுறங்களிலும் உயர்ந்து வளரக்கூடிய அசோக மரத்தினை வைப்பதால் நீண்டிருக்கும் சாலையின் தோற்றத்தில் மாறுபட்ட இயல்புகளை அருகருகே காட்ட இயலுகிறது. இதனால் சாலைப்பரப்பிலுள்ள வெறுமை குறைகிறது. இதைத் தவிர நடைபாதைகளின் மட்டங்களைச் சாலை வழியைக் காட்டிலும் சற்று உயர்த்தியோ

அன்றித் தாழ்த்தியோ அமைப்பதன்மூலம் சாலைப் பரப்பிலுள்ள வெறுமையை ஓரளவிற்குத் தவிர்க்கலாம்.

20–11. சாலைகளைக் கட்டுதல், அவற்றைக் காத்தல், பராமரித்தல் போன்றவை மட்டும் பொறியாளர்களின் கடமையல்ல; அவற்றினை அழகு மிளிர அமைத்தலும் அவர்களது பணியேயாகும். சாலை விதிகளைப்போற்றி, பின்பற்றுவதுடன், அழகுற அமைக்கப்பட்ட சாலையின் தூய்மையையும், அழகையும் கெடாதவாறு பார்த்துக்கொள்ளுதல் பொது மக்களின் கடமையாகும்.

படித்தற்குரிய நூல்கள்

(1) Hay, William W — An Introduction to Transportation Engineering, John Wiley & Sons Inc, New york 1961.

(2) Hennes & Ekse — Highway Engineering, John Wiley & Sons Inc, New York 1963.

(3) Hewes & Oglesby — Fundamentals of Transportation Engineering, Mc Graw Hill Book Company, New York 1969.

(4) Leeming E. L. — Road Engineering, Constable Company Ltd., London, 1964.

(5) Legault, Adrian L. — Highway and Airport Engineering, Prentice - Hall Inc, New Jersey, 1961.

(6) Sehgal S.B. & Bhanot K. L. — A Text Book of Highway Engineering and Airports, S. Chand & Co., 1969.

(7) Shahane and Iyengar — Text Book of Highway Engineering, Allied Book Stall, Poona, 1962.

(8) Sharma R.C. & Sharma S. K — Principles and Practices of Highway Engineering, Asia Publishing House, 1964.

(9) Taylor, Donald W — Fundamentals of Soil Mechanics, Asia Publishing House.

(10) –, Concrete Roads – Design and Construction, Ministry of Transport – The English Language Book Society and Her Majesty's Stationery office, 1966.

(11) —, Soil Mechanics for Road Engineers, Her Majesty's Stationery office, 1952.

(12) V. B. Priyami — The Fundamental Principles of Road Engineering.

——

கலைச்சொற்கள்

A

Abrasion	—	தேய்வு
Abutment	—	உதைவு
Accident	—	விபத்து
Acceleration	—	முடுக்கம்
Accelerator	—	விரைவுபடுத்தி
Accurate	—	துல்லியம்
Actuate	—	தூண்டு
Additives	—	சேர்க்கைக் கூறுகள்
Administration	—	நிர்வாகம்
Admixture	—	கலவைக் கூறு
Advertisement	—	விளம்பரம்
Affinity	—	நாட்டம்
Aggregate	—	திரளை
Air entraining agent	—	காற்றிடும் பொருள்
Alignment	—	நிரல் படுத்துதல்
Allowance	—	சரியீடு
Alternate	—	ஒன்றுவிட்ட நிகழ்வு
Analysis	—	பகுப்பாய்வு
Anvil	—	பட்டடைக் கல்
Apparatus	—	ஆய்கருவி
Approach	—	அணுகுதல்
Appreaches	—	அணுகு சாலைகள்
Approximately	—	தோராயமாக

Arboriculture — மர வேளாண்மை
Arch bridge — வளைவுப் பாலம்
Armour coat — கவசப் படலம்
Arterial Routes — உயிர்நாடிச் சாலைகள்
Asphalt — புகைக்கீல்
Atterberg Limits — அட்டர்பர்க் வரம்புகள்
Attrition — உராய்வு
Automatic — தானியங்கி
Average Daily Traffic Volume-ADT. — தின சராசரி போக்குவரவு அளவு
Axis — அச்சு
Major— — பேரச்சு
Polar— — துருவ அச்சு
Axle — இருசு

B

Back fill — பின் நிரவுகள்
Barbed wire — வரிமுள் கம்பி
Base — அடித்தளம்
Base Line — அடிப்படைக் கோடு
Basic capacity — அடிப்படைத்திறன்
Bassia Latifolia — இலுப்பை மரம்
Beaker — முகவை
Beam — தூலம்
Bearing power — தாங்கு சக்தி
Bench mark — மட்டக் குறி
Binder — பிணைப்பான்
Binder Course — பிணைப்பு அடுக்கு
Bitumen — நிலக்கீல்
Bituminous — நிலக்கீலார்ந்த, நிலக்கீல் பொருள்களால் ஆன
Blade-grader — செதுக்குப் பொறி
Blast furnace slag — ஊது உலைக் கசடு
Bleeding — ஒழுகுதல்

Block pavements — கட்டித்தளங்கள்
Borrow pit — மண்தரு பள்ளம்
Bow-String Girder Bridge — பெரும் தூலம்கொண்ட வில்-நாண் வடிவ பாலம்
Braking System — தடுப்புப் பொறித் தொகுதி
Brick — செங்கல்
Bridge — பாலம்
Brightness — பொலிவு
Brittle (adj) — நொய்ம்மையான
Briquette — பிரிக்கட்
Brush — தூரிகை
Bulldozer — நிலச்சமன் பொறி
Bus — பேருந்து
Butt type — முட்டிணைப்பு வகை
By pass — புறவழி
By product — உடன் விளைவுப் பொருள்

C

Calcium — கால்சியம்
California Bearing Ratio Test (CBR) — கலிஃபோர்னியா தாங்கு விகித சோதனை
Calophyllum — புன்னை மரம்
Calophyllum Tomentosum — கொன்றை மரம்
Camber — மேல் வாட்ட வளைவு
Candle — கேண்டில்
Cantilever — கேண்டிலீவர்
Capillary — நுண்புழை
Capillary rise — நுண்புழை யேற்றம்
Car — கார்
Carpet coat — விரிப்புப் படலம்
Carriage — ஊர்தி
way— — ஊர்தி வழி
Cartesian Co-ordinates — தேக்காட்டின் ஆயக் கூறுகள்
Catch Basin — நீர்ப்பிடி வடிகால், நீர்ப்பிடி பள்ளம்

Cement — சிமெண்ட்
Centre — மையம்
Centre of gravity — ஈர்ப்பு மையம்
Centre line [c/l] — மையக் கோடு
Centre to Centre [c/c] — மையத்திலிருந்து மையம் வரை (மை/மை)
Centrifugal — மையவிலக்கு
Centrifugal equivalent — மைய விலக்கு இணைமாற்று
Chaining — சங்கிலி முறை
Channelization — ஆற்றுப் படுத்தல்
Charcoal — கட்டைக் கரி
Chart — விளக்க வரைபடம்
Chemistry — வேதியியல்
Classification — வகைப்படுத்தல்
Clay — களிமண்
Clay shale — களி கிளிஞ்சுல்
Clearance — அகற்றுதல்
Climatic conditions — தட்பவெப்ப நிலைமைகள்
Clover Leaf Pattern — 'கிளாவர்' இலை அமைப்பு
Coagulation — தோய்வுறுதல்
Coarse — பருவெட்டான, கரடு முரடான
Coat — படலம்
Coefficient — எண்
— of uniformity — சீர் எண்
— of wear — தேய்மான எண்
French— — பிரஞ்ச் எண்
Cohesion — ஒட்டியல்பு
Coke — கல்கரி
Collar — காலர்
Collision — மோதல், முட்டுதல்
Collision Diagram — மோதல் விளக்க வரைபடம்
Colloidal — கூழ்போன்ற
Commercial vehicles — வாணிப ஊர்திகள்

Compaction	—	திண்மைப்படுத்தல்
Composition	—	இயைபு
Compound	—	சேர்மம்
Compound curve	—	கூட்டு வளைவு
Compressibility	—	அழுந்தும் திறன்
Concrete	—	கான்கிரீட்
Condenser	—	குளிர்ப்பான்
Condition	—	நிலைமை, நிபந்தனை
Condition Diagram	—	நிலைமை விளக்க வரைபடம்
Cone	—	கூம்பு
Cone penetration test	—	கூம்பு ஊடுருவும் சோதனை
Consistent	—	இணக்கமுள்ள
Consistency Limit	—	இணக்கநிலை வரம்புகள்
Consolidation	—	படிந்துதல், அழுந்துதல்
Constant	—	மாறா, மாறிலி
Construction	—	கட்டுமானம், நிர்மாணம்
Contact Area	—	தொடுநிலைப் பரப்பு
Contour map	—	மட்ட இணைப்பு வரைபடம்
Contraction Joint	—	சுருக்க இணைப்பு
Contrast	—	மாறுபட்ட தன்மை, வேற்றுமை
Controller	—	கட்டுப்பாட்டுப் பொறி
Co-ordinate	—	ஒருங்கிசைவு
Course	—	அடுக்கு
Crack	—	விரிசல்
Crane	—	பாரம் தூக்கி
Crank	—	செங்கோண மடக்கச்சு
Cross section	—	குறுக்கு வெட்டு
Cross walks	—	குறுக்குக் கடவுகள்
Crown	—	முடி

Cruicible — புடக் குகை
Culvert — சிறு பாலம்
Pipe — — குழாய்ச் சிறுபாலம்
Slab — — பலகைச் சிறுபாலம்
Box — — பெட்டிவகைச் சிறுபாலம்
Arch — — வளைவு சிறுபாலம்
Cumulative curve — வளர் வளைவு
Curing — பதனப்படுத்தல்
Curve — வளைவு
Horizontol — கிடை வளைவு
Reverse — மறுதலை வளைவு
Vertical — குத்து வளைவு
Curvature — வளைவு வீதம்
Cut-Back Asphalt — பின்னடைவு புகைக்கீல்
Cutting — அகழ்வு
Cycle — சுழற்சி; மிதிவண்டி

D

Damp — ஓதம் தோய்ந்து போதல்
Definition plate — தகவல் தட்டு
Deflection — ஒதுக்கல்
— angle — விலகு கோணம்
Degree of saturation — தெவிட்டு நிலை விகிதம்
Delay — தாமதம்
Fixed— — மாறுத்தாமதம்
Operational— — இயக்கத் தாமதம்
Delinquescence — உறிஞ்சிய நீரில் கரைதல்
Depreciation — மதிப்பிறக்கம்
Design — அமைப்பாண்மை, திட்ட அமைப்பு
Design Standards — அமைப்பாண்மைப் படித்தரம்

Destination	—	இலக்கு, சேருமிடம்
Destructive Distillation	—	சிதைத்து வடித்தல்
Detectors	—	தடம் கண்டு காட்டும் கருவி
Diabase	—	டையபேஸ்
Diagonal Crown method	—	முடிநிலை பெயரும் முறை
Diameter	—	விட்டம்
Differential Settlement	—	வேறுபாடு அமிழ்வு
Diorite	—	டையோரைட்
Direction	—	திசை
Direction distribution	—	திசைப் பகிர்வு
Discernment	—	உற்றறிதல்
Disc-Harrow	—	பரம்பு வட்டு; சாய்சக்கரப் பரம்பு
Dish	—	வட்டில்
Disintegrated	—	சிதைவுற்ற
Distillate	—	வடிதிரவம்
Distortion	—	உருக்குலைவு
Distribute (verb)	—	பிரித்துப் பரவல்செய்
Distribution	—	பகிர்வு
Disturbed	—	உலைவு செய்யப்பட்ட, கலைக்கப்பட்ட
Diversion	—	திசை திருப்புதல்
Dolomite	—	டாலமைட்
Dolorite	—	டாலரைட்
Dowel	—	இணைப்பாணி
Down Town	—	அகநகர்
Drag	—	இழுப்பான்
Drain	—	வடிகால்
Drainage	—	வடிமானம்
Cross drainage—	—	குறுக்கு வடிமானம்
Sub surface—	—	அடிநில வடிமானம்

Drainage Surface	—	மேற்பரப்பு வடிமானம்
Dredger	—	தூர் வாரி
Drill	—	துளையிடுதல்; துரப்பணம்
Churn—	—	கடைசல் துரப்பணம்
Hand—	—	கைத் துரப்பணம்
Wagon—	—	வேகன் துரப்பணம்
Driver	—	ஓட்டுநர்
Dry density	—	உலர் அடர்த்தி
Ductility	—	ஒசிவு
Durable	—	நீண்ட நாள் உழைக்கக்கூடிய
Dynamics	—	இயக்கவிசை இயல்

E

Earth	—	மண்
Earthwork	—	மண் வேலை
Economical	—	சிக்கனமான, ஆதாய வன்மையான
Economics	—	பொருளாதாரம்
Edge	—	விளிம்பு
Efficiency	—	திறன்
Effort	—	ஆள்வினை
Elastic	—	மீள் சக்தியுள்ள
Electric motor method	—	மின் மோட்டார் முறை
Elevating loader	—	பாரம் ஏற்றும் கருவி
Elevation	—	உயர்வு
Elongated	—	நீண்ட வடிவம்
Embankment	—	மேடு, கரை
Emulsion	—	பால்மம்
Engineer	—	பொறியாளர்
Chief—	—	தலைமைப் பொறியாளர்
Superintending—	—	மேற்பார்வைப் பொறியாளர்

Engineer, Divisional — கோட்டப் பொறியாளர்
Executive— — செயற் பொறியாளர்
Engineering — பொறியியல்
Economics— — பொறியியல் பொருளாதாரம்
Environment — சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை
Equivalent — இணைமாற்று
Erosion — அரித்தல்
Eucalyptus — யூகலிப்டஸ்
Eugenia Jabmonala — நாகமரம்
Expansion Joint — விரிவு இணைப்பு
Express ways — விரைவு பாதைகள்

F

Factor — கூறு
Factor of safety — காப்புறுதிக் கூறு
Feather-Edge spread — சிறகு முனையுருவில் பரப்புதல்
Ferry — தோணித்துறை
Field — புலம்
Field density — புலத்தின் அடர்த்தி
Field moisture equivalent — புல ஈர அடக்க இணைமாற்று, புல ஈர அடக்க மாற்று மதிப்பு
Filament lamp — இழைமின் விளக்கு
Filler — நிரப்பி
Film — திரை
Filter — வடிகட்டுதல்
Finer — நுண்ணிய
Finished products — முடிவுற்ற பொருள்கள்
Finishing work — முடிவு வேலை
Fire Hydrant — நீரிய தீ அணைப்பி
Flexible — நெகிழ்வான
— Pavements — நெகிழும் வகைத் தளங்கள்

Flexible Progressive system	—	நெகிழ்வுத் தொடர் முன்னேற்ற முறை
Florida Bearing Test	—	ஃப்ளோரிடா தாங்கு சோதனை
Flow	—	பாய்வு
Fluid	—	பாய்மம்
Fluorescent lamp	—	ஒளிர் விளக்கு
Flux	—	இளக்கி
Fly Ash	—	தழற் சாம்பல்
Fly over	—	தாவு பாலம்
Formation width	—	கட்டமைவு அகலம்
Formwork	—	உருதரு சட்டம்
Foundation	—	கடைக்கால்
Fractional distillation	—	பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல்
Fracture	—	முறிவு
Frequency	—	நிகழ்வு எண்
Friction	—	உராய்வு
Function	—	சார்பு

G

Gabbro	—	கேப்ரோ
Gallon	—	காலன்
Garden rake	—	சக்கரப் பரம்பு
Gas	—	வாயு
Gasoline	—	கேஸோலின்
Geometric design	—	வடிவ அமைப்பாண்மை
Girder	—	பெரும் தூலம்
Glare	—	கூசொளி
Glint	—	மினுக்கம்
Glycerine	—	கிளிசரின்
Gniss	—	க்னிஸ்
Grade	—	சரிவு, தர நிலை
Gradation	—	தர நிலை
Gradient	—	சாய்வு வீதம்
Ascending –	—	ஏற்றச் சாய்வு வீதம்

Gradient Descending	—	இறக்கச் சாய்வு வீதம்
Exception—	—	விதிவிலக்குச் சாய்வு வீதம்
Limiting—	—	வரம்புச் சாய்வு வீதம்
Longitudinal—	—	நெட்டாங்குச் சாய்வு வீதம்
Momentum—	—	உந்தச் சாய்வு வீதம்
Ruling—	—	வழக்குச் சாய்வு வீதம்
Transverse—	—	குறுக்குச் சாய்வு வீதம்
Granite	—	கிரானைட்
Granulite	—	கிரானுலைட்
Grating	—	கீற்றணி
Gravel	—	சப்பி
Grease	—	கிரீஸ்
Grinding	—	அரைத்தல்
Gross load	—	முழுமொத்த எடை
Ground level	—	தரை மட்டம்
Group Index (GI)	—	தொகுப்புக் குறியீட்டு எண்
Grout	—	அரைச் சாந்து
Gutters	—	தூம்பிகள்

H

Hair-Pin bend	—	கொண்டை ஊசி வளைவு
Hammer	—	சுத்தி, சுத்தியல்
Hardness	—	கடினத் தன்மை
Head room	—	பட்டறை மட்டம்
Helicopter	—	திருகை
Highways	—	நெடுஞ்சாலை
Highway department	—	நெடுஞ்சாலைத் துறை
National Highways	—	தேசிய நெடுஞ்சாலைகள்
State Highways	—	மாநில நெடுஞ்சாலைகள்
Hollow	—	உள்ளீடற்ற
Homogenous	—	ஒருபடித்தான
Hopper	—	வாய்ப்பெட்டி
Horizontal	—	கிடை
—Component	—	கிடைக்கூறு

Hornfels — ஹார்ன் ஃபெல்ஸ்
Hover craft — வட்டமிடும் விமானம்
Hydraulic Radii — நீரியல் ஆரை
Hydraulics — நீரியல்
Hydrated lime — நீர்த்த சுண்ணும்பு; தாளித்த சுண்ணும்பு

I

Ideal — இலட்சியம்
— Conditions — இலட்சிய நிலைமைகள்
Igneous rock — தழற்பாறை
Illumination — ஒளியூட்டம்
Impact — மோதல்
Impregnate — சூல்கொண்ட, நிறைந்த
Impulse — கணத் தாக்குதல்
Inclination — சாய்வு
Index of wear — தேய்மான குறியீட்டு எண்
Inert — செயலற்ற
Initial cost — துவக்கச் செலவு
Inlet — நுழைவிடம்
Inner Ring Roads — உள் வளையச் சாலை
Insurance charge — காப்புறுதிக் கட்டணம்
Intercepting drainage — குறுக்கீடு வடிமானம்
Internal Friction — உள் உராய்வு
Interlock — பின்னி இருத்தல்
Ion — அயனி
Islands — சாலைத் திட்டுகள்
Pedestrian—, Refuge— } — பாதாசாரித் திட்டுகள்
Loading— — சுமையேற்றும் திட்டுகள்

J

Jacket — உறை
Jet planes — ஜெட் விமானங்கள்

Joints — இணைப்புகள்
Judgement — நுணித்தல்
Jurisdiction — ஆட்சி எல்லை

K

Kankar — கங்கர்
Kerb — மருங்கு
—markings — மருங்கு அடையாளக் குறிகள்
—parkings — மருங்கு தங்கிடம்
—stone — மருங்குக் கல்
Kneading — பிசைதல்

L

Lamp — விளக்கு
Land Slide — நிலச் சறுக்கம்
Lane — நெறிப்பிரிவு, பாதை விழிப் பிரிவு
Layer — அடுக்கு
Laying — போடுதல், இடுதல்
Layout — அமைப்புத் திட்டம்
Lemniscate — இலெமினிஸ்கெட்
Level — மட்டம்
Level Crossing — மட்டக் கடவு
Levelling Instrument — மட்டம் காண் கருவி
License fees — அனுமதி ஆணைக் கட்டணம்
Life time — ஆயுள் காலம், ஊழியக் காலம்
Lignin — லிக்னின்
Lighting — ஒளி அமைப்பு
Limestone — சுண்ணும்புக் கல்
Limit — வரம்பு
Limitation — வரம்பு நிலை
Mental— — அறிவினைச் சார்ந்த வரம்பு நிலை
Emotional— — உணர்ச்சிகளைச் சார்ந்த வரம்புநிலை

Lines — கோடுகள்
Centre lines — மையக் கோடுகள்
Stop— — நிறுத்தக் கோடுகள்
Lining — உள்வரி
Liquifier — நீர்மமாக்கி
Liquid limit (LL) — திரவ வரம்பு
Load — பாரம், பளு, எடை
Loading platform — சுமையேற்றும் மேடை
Loam — களி மணல்
Local — உள்ளிடம்
Local bodies — உள்ளாட்சித் துறைகள்
Location — அமைப்பிடம்
—Survey — அமைப்பிடத்திற்கான நில அளவை
Loose — தளர் நிலை
Lowcost roads — குறைந்த செலவுச் சாலைகள்
Lubricant — மசகுப் பொருள்
Lug — பிடிவளை

M

Macadam — மெக்காடம்
Cement — — சிமெண்ட் மெக்காடம் சாலை
Penetration — — ஊடுருவு மெக்காடம் சாலை
Traffic bound — — நடமாட்டப்பிணை மெக்காடம் சாலை
Water bound — — நீர்ப்பிணை மெக்காடம் சாலை
Magnesium — மக்னீசியம்
Maintenance — பராமரிப்பு
Mangifera Indica — மாமரம்
Man-Hole — நுழை துவாரம்
Manning's formula — மேனிங் சூத்திரம்
Manual method — நேரடி முறை
Manual of Tariffic Engineers—U. S. A. — போக்குவரவு நடமாட்டப் பொறியியல் வல்லுநர் குறிப்பேடு—யு. எஸ். ஏ.

Map	—	நிலப்படம்
Margosa	—	வேப்பமரம்
Markings	—	அடையாளக் குறிகள்
Marshy Land	—	சதுப்பு நிலம்
Mastic	—	மேஸ்டிக்
Maximum	—	மிக அதிகமான, பெரும
Mechanical	—	இயந்திர, புற இயல்பு
Median strip	—	இடைப்பட்டை
Mesh	—	வலை
Metal	—	சரளை
Metamorphic Rock	—	இயன்மாறிய பாறைகள்
Mile	—	மைல்
Mineral	—	தாதுப் பொருள்
Minimum	—	மிகக் குறைந்த, சிறும
Mix Design	—	கலவை அமைப்பாண்மை
Modified Hubbard Field Test	—	திருத்தம் செய்யப்பட்ட 'ஹப்பர்ட்' புலன் சோதனை
Modifier	—	மாற்றுமம்
Modulus	—	குணகம்
— of subgrade (K)	—	நிலத்தள எதிர்வினை குணகம்
Moisture	—	ஈரம்
— Content	—	ஈர அடக்கம், ஈர அடக்க விகிதம்
Molasses	—	கழிவுப்பாகு
Moment	—	திருப்புத் திறன்
— of Inertia	—	நிலைமத் திருப்புத் திறன்
Momentum	—	உந்தம்
Monolithic	—	ஒன்றுபோல் அமைக்கப்பட்ட
Moorum	—	மூரம்
Mortar	—	காரை, கலவை
Mosaic	—	பன்னிலை இணைப்புத் தோற்ற வரைவு
Motor Vehicle Law	—	மோட்டார் ஊர்திச் சட்டம்
Mud stone	—	சகதிக் கல்

N

Naptha — நாஃப்தா
Narrow — குறுகலான
Negative — எதிர்மறை
Nozzle — குழாய் முகப்பு

O

Optimum — உகந்த
Ordinary Portland cement — இயல்பு வகை போர்ட்லண்ட் சிமெண்ட்
Ordinate — நிலைத்தூரம்
Organic — கரிமமுள்ள
Outer ring road — வெளி வளையச் சாலை
Outlet pipe — விடுவாய் குழாய்
Output — விளைவளவு
Outskirts — புறநகர்
Oven — மூடியடுப்பு
Overhang — நீட்டம், வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருத்தல்
Overhauling — முழுத் தேர்வாய்வு
Overlap — மேற் பொருந்துதல்
Overtaking — ஒன்றையொன்று முந்துதல்
Overturn — கவிழ்தல்
Oyster shell — ஈரிதழ்ச் சிப்பியின் ஓடு

P

Paint — சாயம்
Parabola — பரவளையம்
Cubic— — முப்படிப் பரவளையம்
Parallel — இணை
Paper — தாள், காகிதம்
— Location — காகித அமைப்பிடம்
Parking — நிறுத்துதல்
— place — தங்குமிடம், நிறுத்துமிடம்
Particle — துகள்

Patchwork	—	துண்டு வேலை, ஒட்டிணைப்பு வேலை
Pavement	—	தளம்
— markings	—	தள அடையாளக் குறிகள்
Paving	—	பாவுதல், பரப்பல்
— machine	—	தளமிடும் பொறி
Peak	—	உச்ச நிலையான
Peat	—	புல்கரி
— tar	—	புல்கரித்தார்
Pedestrian crossings	—	பாதசாரிக் கடவுகள்
Penetration	—	ஊடுருவுதல்
Perception time	—	கண்டுணரும் நேரம்
Perimeter	—	சுற்றளவு
Permeability	—	உட்புகு திறன்
Pervious	—	நுண்துளை
Petroleum	—	பெட்ரோலியம்
Psychological widening	—	மனநிலை அகலம்
Physics	—	இயற்பியல்
Pick	—	குத்துக் கோடரி
Pigment	—	நிறமி
Pile	—	பதிகால்
Piping	—	நீர்பீற்று
Pivot	—	சுழற்சித் தளம்
Plain country	—	சமவெளிப் பகுதி
Planer	—	இழைப்புளி
Planimeter	—	கிடைப்படமானி
Plant	—	கருவித் தொகுப்பு
Plastic	—	மீட்சியுரு, குழைத்து உருவாக்கத் தக்க
Plastic limit (PL)	—	குழைவு வரம்பு
Plasticity Index (PI)	—	குழைவுக் குறியீடு, குழைவுக் குறியீட்டு எண்
P—line	—	'பி' கோடு
Plunger	—	மூழ்கருவி
Plough	—	கலப்பை
Pneumatic	—	காற்றடைத்த
Powder	—	பொடி
Pozzolona	—	பசலோனா
Practice	—	நடைமுறை

Preliminary survey	— முன்னீடு நில அளவை
Pressure	— அழுத்தம்
Pressure distributor	— அழுத்தம் பரப்பி
Prime coat	— முதற் படலம்
Primer	— முதல்மம்
Principle	— கோட்பாடு
Processing	— முறைப்படுத்துதல்
Proctor Compaction Test	— ப்ராக்டர் திணிப்புச் சோதனை
Profile	— புற உருவப் படம்
Property	— சொத்து
Public Works Department	— பொதுப் பணித்துறை
Pugmill	— குழைக்கும் பொறி

Q

Quartz	— குவார்ட்ஸ்

R

Radial roads	— ஆரைச் சாலைகள்
Refractorized Paint	— ஒளி பிரதிபலிக்கும் சாயம்
Railway crossing	— இருப்புப் பாதைக் கடவு
Range	— நெடுக்கம்
Rake	— வறண்டி
Rammer	— திமிசு
Raw materials	— மூலப் பொருள்கள்
Reaction	— எதிர் வினை
Recommendations	— பரிந்துரைகள்
Reconnaissance survey	— வெள்ளோட்ட சுற்றுய்வு
Reconstruction	— புனர் நிர்மாணம்
Recorder	— பதிவு மானி
Recreation curve	— மனமகிழ் வளைவு
Refineries	— தூய்மிகள்
Reinforcement rods	— வலிவூட்டும் கம்பிகள்
Repair	— பழுதுபார்த்தல்
Resin	— ரெசின்
Retarder	— நிதானப்படுத்தி
Reverse	— மறுதலை
Rhythm	— தாளலயம்
Right of way	— வழிநடப்பு உரிமை
Rigid	— விறைப்பான
— pavement	— விறைப்பு வகைத்தளம்

River — ஆறு
— crossing — ஆற்றுக்கடவு
Roads — சாலைகள்
Cross — — குறுக்குச் சாலைகள்
District — — மாவட்டச் சாலைகள்
Highspeed — — மிகு விரைவுச் சாலைகள்
Interstate— — மாநில இடைச்சாலைகள்
Major District — — மாவட்டப் பெருஞ்சாலைகள்
Other District — — மாவட்ட மற்றைய சாலைகள்
Side — — பக்கச் சாலைகள்
Village — — கிராமச் சாலைகள்
Road oil — சாலை எண்ணெய்
Road way — சாலை வழி
Rope ways — கயிறு வழிகள்
Rough — கரடுமுரடான
Route — தடம், செவ்வழி
Rubber — இரப்பர்
Runoff — புறப்பாய்வு
Ruling — வழக்கிலுள்ள
— gradient — வழக்குச் சாய்வு விகிதம்
— Radius — வழக்கு ஆரை
Runway — ஓடு பாதை
Rupture — பிளவு
Rut — பதியும் தடம்

S

Salvage value — எச்ச மதிப்பு
Sand — மணல்
Sandstone — மணல் கல்
Saucer type — ஆழமற்ற தட்டு வகை
Saybolt Furol Viscometer — சேபோல் ஃப்யூரல் பாகுநிலை மானி
Scale — அளவு வீதம், அளவுத்திட்டம்
Scarifier — புலம் கிளர் கருவி
Schematic sketch — உருவ வரை படம்
Schist — ஸிஸ்ட்
Scope — காட்சி எல்லை
Scraper — சுரண்டும் கருவி
Seal — பாதுகாப்பு மூடி, அடைப் பிடுதல்

Seam	—	இடைப்படுகை
Secant modulus	—	சீகண்ட் குணகம்
Sedimentary rock	—	படிவப்பாறை
Seepage	—	கசிவு
Seggregation	—	பிரித்தல்
— of traffic	—	போக்குவரவு நடமாட்டத்தினைப் பிரித்தல்
Place —	—	இடத்தினைப் பொறுத்துப் பிரித்தல்
Time —	—	நேரத்தைப் பொறுத்துப் பிரித்தல்
Semi final	—	ஈற்றயல்
Separating agent	—	பிரிப்பான்
Setting	—	இறுகுதல்
Settlement	—	அமிழ்வு
Sewers	—	நீர்க்கால்கள், வடிகால்கள்
Shadow	—	நிழல்
Shaft	—	தண்டு
Shale	—	களிக்கல்
Shear	—	கத்தரி
Sheep's foot roller	—	குளம்பு உருளை
Shoulder	—	தோள்பகுதி
Shovel	—	பார்வாரி, மண் வாரி
Shrinkage	—	சுருக்கம்
— Limit	—	சுருங்கும் வரம்பு
Sieve	—	சல்லடை
Signals	—	சைகைகள்
Signs	—	அறிவிப்புக் குறிகள்
Cautionary —	—	எச்சரிக்கைக் குறிகள்
Informatory—	—	தகவல் குறிகள்
Mandatory —	—	ஆணைக் குறிகள்
Sight distance	—	பார்வைத் தூரம்
Non-Passing —	—	கடந்து செல்லாததற்கான பார்வைத் தூரம்
Passing—	—	கடந்து செல்வதற்கான பார்வைத் தூரம்
Silhoutte	—	நிழல் உருவம்
Silt	—	வண்டல் மண்
Silting	—	மண் படிதல்
Simple	—	எளிய

Simple Progressive System	—	எளிய தொடர் முன்னேற்ற முறை
Simultaneous	—	உடனிகழ்வு
Sine	—	சைன்
Site	—	அமைவிடம், தேர்விடம்
Slab	—	பலகை
Slag	—	கசடு
Slate	—	பலகைக் கல்
Sleeve	—	குழலுறை
Slippage plane	—	வழுக்குத் தளம்
Soak	—	தோய்தல்
Sodium vapour Lamp	—	சோடியம் ஆவி விளக்கு
Soil	—	மண்
Soil mass	—	மண் திரள், மண் கட்டி
Soil mechanics	—	மண்ணியல்
Solution	—	தீர்வு
Solvent	—	கரைப்பான்
Sorption	—	உறிஞ்சுதல்
Span	—	இடைநீளம்
Specifications	—	வகுத்துரைகள்
Specific gravity	—	ஒப்படர்த்தி
Specific viscosity	—	ஒப்புப் பாகுநிலை
Speed	—	விரைவு, வேகம்
— zone	—	விரைவுப் பகுதி
— trend	—	விரைவின் போக்கு
Spike-tooth Harrow	—	கூர்முனைப் பல் பரம்பு
Spiral	—	சுருளி
Cubic —	—	முப்படிச் சுருளி
Spot test	—	புள்ளி சோதனை, உடனடிச் சோதனை
Sprayer	—	தெளிப்பான்
Spreader box	—	பரப்பும் பெட்டி
Spring	—	நீரூற்று
Stability	—	உறுதி நிலை
Stability conditions	—	நிலைப்பாடு நிபந்தனைகள்
Stabilization	—	உறுதி நிலைப்பாடு
Stage	—	கட்டம்
Stake	—	குற்றறிகள்
Standards	—	படித்தரங்கள்
National —	—	தேசிய படித்தரங்கள்

Standing — நிற்றல்
Station — நிலையம்
Statistic — புள்ளி விபரம்
Steep — சாய்வு விகிதம் அதிகமான
Steering system — ஊர்தி இயக்கப் பொறித் தொகுதி
Stereoscope — திட்பக் காட்சி கருவி
Stop — நிற்க
Stopping — நிறுத்தம்
Stop sign — நிறுத்த அறிவிப்புக் குறி
— Watch — நிறுத்து கடிகாரம்
Straight run Asphalt — நேரடை புகைக்கீல்
Strata — படுகை
Streets — வீதிகள்
Strength — வலிவு
Stress — தகைவு
Stretcher — சலாகை, தூக்குக் கட்டில்
Strip — நீட்டம், நீள்துண்டு
Strong — வலிவான
Study — ஆய்வு
Sub-base — கீழ் அடித்தளம்
Sub-grade — நிலத்தளம்
Sub-way — அடிநிலப்பாதை
Summit curves — முகட்டு வளைவுகள்
Super elevation — மிகை உயர்வு
Surface — மேற்பரப்பு
— types — மேற்பரப்பு வகைகள்
— tension — மேற்பரப்பு இழுவிசை
Survey — நில அளவை, சுற்றுய்வு
Surveyor — நில அளவையர்
Suspension bridge — தொங்கு பாலம்
Swell — உப்புதல், ஊதுதல்
Symbol — சங்கேதக் குறிகள்
Syenite — சைனைட்

T

Tamping rod — குத்துக் கட்டை
Tan — டேன்
Tar — தார்
Taxi Stand — வாடகைக்கார் நிறுத்துமிடம்